DIE ROHSTOFFE
DES
PFLANZENREICHES

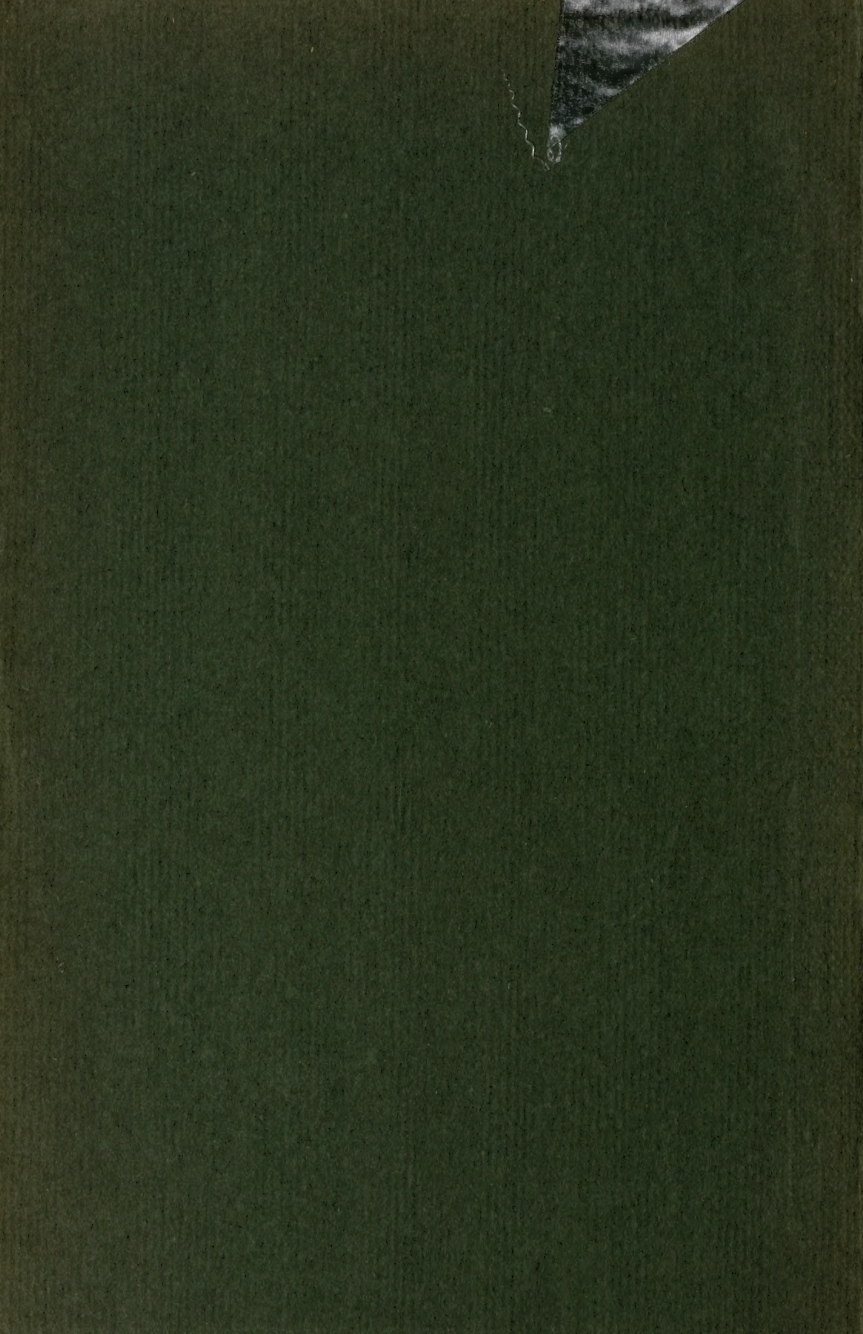
VON

Dr. JULIUS VON WIESNER

I. BAND

DRITTE AUFLAGE

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG



MBL/WHOI
0 0301 0014303 8

W 63
3

DIE ROHSTOFFE

DES

PFLANZENREICHES

VERSUCH EINER TECHNISCHEN

ROHSTOFFLEHRE DES PFLANZENREICHES

UNTER MITWIRKUNG

VON

PROF. DR. MAX BAMBERGER IN WIEN; PROF. DR. WILH. FIGDOR IN WIEN; HOFRAT PROF. DR. F. R. v. HÖHNEL IN WIEN; REGIERUNGSRAT PROF. DR. T. F. HANAUSEK IN WIEN; PROF. DR. M. HÖNIG IN BRÜNN; PROF. DR. G. VAN ITERSON IN DELFT; PROF. DR. F. KRASSER IN PRAG; PROF. DR. F. LAFAR IN WIEN; PROF. DR. K. LINSBAUER IN GRAZ; PROF. DR. K. MIKOSCH IN BRÜNN; HOFRAT PROF. DR. J. MOELLER IN WIEN; PROF. DR. H. MOLISCH IN WIEN PROF. DR. K. WILHELM IN WIEN UND HOFRAT PROF. DR. S. ZEISEL IN WIEN

VON

DR. JULIUS VON WIESNER

O. Ö. PROF. DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN UND DIREKTOR DES PFLANZENPHYSIOL. INSTITUTES AN DER WIENER UNIVERSITÄT I. R., WIRKL. MITGL. DER KAISERL. AKAD. DER WISS. IN WIEN, KORR. BZW. AUSWÄRT. MITGLIED DER AKAD. DER WISS. IN BERLIN, MÜNCHEN, PARIS, ROM, STOCKHOLM, KOPENHAGEN, ST. PETERSBURG UND TURIN USW.

DRITTE, UMGEARBEITETE UND ERWEITERTE AUFLAGE

ERSTER BAND

MIT 98 TEXTFIGUREN

LEIPZIG UND BERLIN

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1914

Alle Rechte, besonders das der Übersetzung, sind vorbehalten.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Vor beiläufig einem Vierteljahrhundert erschien die erste Auflage dieses Werkes, in welcher ich den Versuch unternahm, eine technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches zu begründen, nämlich die technisch verwendeten Rohstoffe des Gewächsreiches einer systematischen, dem vorgeschrittenen Zustande der Naturwissenschaft angemessenen Bearbeitung zu unterziehen, unter steter Rücksichtnahme auf die technische Bedeutung des vorgetragenen Stoffes.

Eine Neubearbeitung dieser Materie ist längst zu einem fühlbaren Bedürfnis geworden und seit Jahren wurde ich von berufener wissenschaftlicher und technischer Seite — ohne Übertreibung darf ich sagen: vielfach — aufgefordert, in einer neuen Auflage den inzwischen eingetretenen Fortschritten auf dem Gebiete der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches Rechnung zu tragen. Aber die infolge des riesig anwachsenden Materials sich immer schwieriger gestaltende Lösung einer solchen Aufgabe hat mich lange abgehalten, eine neue Auflage in Angriff zu nehmen, zumal auch persönliche Verhältnisse ein solches Unternehmen hinderten. Gerade bei Abschluß der ersten Auflage der »Rohstoffe« änderte sich nämlich mein lehramtlicher Wirkungskreis und andere wissenschaftliche Arbeiten traten näher an mich heran.

So ließ ich die Sache auf sich beruhen, bis der Herr Verleger die dringend notwendig gewordene Neubearbeitung der »Rohstoffe« mir nahe legte und mir für den Zweck einer Neugestaltung des Buches den weitestgehenden Spielraum gönnte.

Nach langer und reiflicher Überlegung und nach Verwerfung mancher anderer Pläne faßte ich den Entschluß, mich bei der Bearbeitung des stark angewachsenen Stoffes mit berufenen Kräften in die Arbeit zu teilen. Ich behielt mir bloß vor, die Einleitung zu verfassen und im übrigen nur jene Abschnitte neu zu bearbeiten, welche mich neben

meinen physiologischen Arbeiten doch fortwährend noch beschäftigten, auch nach der technischen Seite hin, nämlich: Gummi, Harze, Stärke und Fasern. Und auch rücksichtlich dieser Partien des Werkes trat ich den rein chemischen Teil an berufenere Fachmänner ab. Alle übrigen Abschnitte sind in mehr oder weniger starker Anlehnung an die Kapitel der ersten Auflage, aber unter Rücksichtnahme auf wissenschaftliche und technische Fortschritte, von anderen Fachmännern neu bearbeitet worden. Völlig neu im vorliegenden ersten Bande ist der von Professor Molisch bearbeitete Abschnitt »Indigo«; und auch der von Professor Lafar besorgte Abschnitt »Hefe« ist infolge der großen Fortschritte auf dem Gebiete der Gärungsorganismen und der Gärungsphysiologie, obgleich in der ersten Auflage bereits abgehandelt, als völlig neu zu bezeichnen.

Schon der im Vergleiche zur ersten Auflage auf das Doppelte gestiegene Umfang des vorliegenden Werkes lehrt, welche Bereicherung dasselbe — namentlich dank der Beisteuer der Mitarbeiter — erfahren hat.

Die Aufgabe, welche ich mir im Verein mit meinen Mitarbeitern bei der Durchführung dieses Werkes stellte und welche im Prinzip schon in der ersten Auflage zur Geltung gelangte, ist in der »Einleitung« auseinandergesetzt, weshalb ich hier auf diesen Gegenstand nicht näher einzugehen habe.

Nur folgende Bemerkungen dürften an dieser Stelle nicht überflüssig sein. So wie wir bestrebt waren, alle angeführten Daten auf die Quellen zurückzuführen, so fügten wir in den Text entweder nur eigene Originalzeichnungen ein oder Illustrationen, deren Provenienz in der Figurenerklärung ersichtlich gemacht wurde, ein Verfahren, welches von anderer Seite leider nicht immer eingehalten wird. Mancher Leser wird unter den Textfiguren nicht wenigen alten Bekannten begegnen, nämlich Figuren, welche aus der ersten Auflage in zahlreiche Werke übergegangen sind, ohne daß die Quelle angegeben worden wäre, aus welcher die Verfasser schöpften. —

Wenn seit Erscheinen der ersten Auflage der »Rohstoffe« das Interesse am Studium der technisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreiches zugenommen und diese Materie als »technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches« oder unter verwandten Titeln Lehrgegenstand an den technischen Hochschulen Österreichs und später Deutschlands und auch noch an anderen Instituten geworden ist, so hat das alte Werk in Verbindung mit meiner im Jahre 1867 herausgegebenen

»Einleitung in die technische Mikroskopie« wohl einigen Anteil an diesem Fortschritt.

Hoffentlich wird die vorliegende neue Auflage in demselben Geiste wirken und neue Impulse zur Pflege eines technischen Wissensgebietes geben, welches, eine Schwester der altehrwürdigen, aber sich stets verjüngenden Pharmakognosie, als neuer junger Zweig aus dem mächtigen Stamme der Naturwissenschaften hervorgewachsen ist.

Wien, im Juli 1900.

Wiesner.

Vorbemerkung zum ersten Bande der dritten Auflage.

Die Grundsätze, welche bei der Bearbeitung der beiden ersten Ausgaben dieses Werkes maßgebend waren, sind auch für die dritte Auflage aufrecht geblieben. Aber der Umfang des Werkes mußte in der vorliegenden neuen Auflage eine Erweiterung erfahren, welche in den Fortschritten auf dem Gebiete der Rohstofflehre des Pflanzenreiches begründet ist. Diese Fortschritte machen sich in allen Teilen dieser Lehre bemerkbar, insbesondere in dem Bestreben, den zu behandelnden Stoff mit erhöhter Wissenschaftlichkeit zu durchdringen. So ergab sich die Notwendigkeit, das verarbeitete Material auf drei Bände zu verteilen.

Die Liste der Mitarbeiter weist im Vergleiche zur zweiten Auflage nur wenige Veränderungen auf. Aus der Reihe der Mitarbeiter schied nur ein einziger durch Ableben, Herr Hofrat Prof. Dr. E. A. von Vogl, welcher für den ersten Band die Abschnitte Opium, Aloe und Kampfer bearbeitete. Es gelang, seinen Amtsnachfolger, Herrn Hofrat Dr. J. Moeller, o. ö. Professor der Pharmakognosie an der Wiener Universität, für die Neubearbeitung dieser drei Materien zu gewinnen. Rücksichtlich des ersten Bandes ist noch auf eine andere Veränderung hinzuweisen. Die Chemie des Kautschuks und die der anderen Körper der Kautschukgruppe (Guttapercha, Balata) hat in neuester Zeit so große Fortschritte gemacht, daß der Bearbeiter dieser Gruppe, Herr Prof. Dr. K. Mikosch, selbst den Wunsch hegte, den chemischen (und physikalischen) Teil des betreffenden Abschnittes in die Hand eines zur Durchführung dieser speziellen Arbeit

geeigneten Fachmannes zu legen und es fügte sich, die bewährte Kraft des Herrn Dr. M. Hönig, o. ö Professor der organischen Chemie an der k. k. Deutschen technischen Hochschule in Brünn, mit dieser Aufgabe betrauen zu können.

Das Manuskript des Werkes ist nahezu vollendet, so daß dem Erscheinen des zweiten und dritten Bandes in Bälde entgegen gesehen werden kann[1]).

---

1) Anmerkungsweise mögen in dieser Vorbemerkung noch zwei Richtigstellungen Platz finden, welche wegen vorgeschrittenen Druckes im Texte nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

Die erste betrifft die in Europa versuchte Darstellung des japanischen Lackes aus dem Rohsaft des japanischen Lackbaumes. Es wurde im Texte (p. 370) auf das Fehlschlagen der betreffenden, z. T. in großem Maßstabe durchgeführten diesbezüglichen Unternehmungen hingewiesen. Nach einer mir von vertrauenswerter Seite zugekommenen Mitteilung hatte es den Anschein, als würden echte, d. i. aus dem Safte des japanischen Lackbaumes erzeugte Waren in Vorbach (Rheinprovinz) hergestellt werden. Ich wendete mich um Auskunft über das dort verwendete Rohmaterial an die mir namhaft gemachte Firma (Gebrüder Adt, Aktiengesellschaft), erhielt aber erst nach Abschluß des Druckes des Abschnittes »Harze« die erbetene Auskunft, aus welcher hervorgeht, daß in Vorbach (recte Forbach, lothr. Ensheim, bayr. Pfalz) japanische Lackarbeiten nicht erzeugt werden, sondern mit japanischen Motiven dekorierte Arbeiten unter Anwendung von Asphaltlack. Man kann also mit Sicherheit sagen, daß alle Versuche, den Rohsaft des japanischen Lackbaumes in Europa industriell zu verwerten, bisher gescheitert sind.

Die zweite Richtigstellung betrifft die Herleitung der Worte Kopaivabalsam und Kopal. Ich folgte im Texte (p. 288) der weitverbreiteten Ansicht, daß beide Worte gleichen Ursprunges und auf das der Tupissprache angehörige Stammwort copa (= Baumsaft) zurückzuführen seien. Aber die Angabe von J. A. H. Murray (s. unten im Texte p. 363), daß das Wort copalli, von welchem sich das Wort Kopal zweifellos ableitet, mexikanischen Ursprunges ist, erweckte in mir Zweifel, ob die Worte Kopaivabalsam und Kopal auf ein gleiches Stammwort zurückzuführen seien. Um in dieser Frage ins Klare zu kommen, wandte ich mich an Herrn Prof. Ed. Seler in Berlin und erhielt folgende Auskunft. Kopaiva ist ein Tupi-Guarani-Wort, Kopal hingegen ein mexikanisches. Der Stamm beider Worte ist der gleiche, nämlich copa, dessen Bedeutung aber nicht sicher gestellt ist. Der Gleichklang des Stammes beider Worte, die in zwei verschiedenen voneinander durch einen weiten Raum getrennten Sprachgebieten entstanden sind, ist nach der Ansicht des Herrn Professor Seler ein zufälliger. In seinem Schreiben an mich erörtert Herr Prof. Seler einige Möglichkeiten der Abstammung der Worte Kopaiva und Kopal, sagt aber ausdrücklich, daß über die Herkunft, d. i. über die Bedeutung ihrer Stammworte, sich nichts Bestimmtes ausfindig machen ließ.

Wien, im November 1913.

Wiesner.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung. Von J. Wiesner 1

Erster Abschnitt. Gummiarten. Von J. Wiesner und S. Zeisel 51

I. Physikalische und naturhistorische Charakteristik 52
II. Chemische Charakteristik und Konstitution der Gummiarten 64
III. Die Enzyme der Gummiarten 77
IV. Entstehung des Gummi in der Pflanze 81
V. Vorkommen des Gummi 87
VI. Spezielle Betrachtung der Gummiarten 99

1. Akaziengummi 99

a) Arabisches Gummi (Nilgummi) 102
b) Senegalgummi 107
c) Deutsch-afrikanische Gummiarten 113
d) Ostindisches Gummi 116
e) Australisches Gummi 117
f) Andere Akaziengummiarten 118

2. Feroniagummi 124
3. Anacardiumgummi 125
4. Mesquitegummi 126
5. Prunoideengummi 127
6. Traganth 130
7. Kokosgummi 142
8. Chagualgummi 142
9. Gummi von *Cochlospermum Gossypium* 148
10. Gummi von *Moringa pterygosperma* 148

Zweiter Abschnitt. Harze. Von J. Wiesner und M. Bamberger. . . . 151

I. Physikalische und naturhistorische Charakteristik 153
II. Chemische Charakteristik der Harze 173
III. Vorkommen der Harze und Balsame 214
IV. Spezielle Betrachtung der technisch verwendeten Harze und Balsame . 232

1. Gummigutt 232
2. Asa foetida 240
3. Galbanum 248
4. Ammoniakgummi 252

18032

Seite

5. Terpentin 256
6. Gemeines Harz 275
7. Mekkabalsam 286
8. Kopaivabalsam 288
9. Gurjunbalsam 294
10. Die Harze der Elemigruppe 298
11. Mastix 304
12. Sandarak 312
13. Dammar 316
14. Die Kopale 327

Anhang: Japanischer Lack 363

15. Guajakharz 374
16. Gummilack 376
17. Perubalsam 384
18. Tolubalsam 392
19. Storax 396
20. Benzoe 408
21. Drachenblut 417
22. Xanthorrhoeaharze 426

Dritter Abschnitt. Die Kautschukgruppe. Von K. Mikosch und M. Hönig 437

I. Übersicht der Gewächse, welche Körper der Kautschukgruppe liefern . 438
II. Die kautschukhaltigen Milchsäfte 454
III. Gewinnung und Verwendung der Körper der Kautschukgruppe. . . . 462

A. Kautschuk 462
B. Guttapercha 490
C. Balata 497

IV. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Körper der Kautschukgruppe 500

1. Kautschuk 500
2. Guttapercha 526
3. Balata 533

V. Mikroskopisches Verhalten der Körper der Kautschukgruppe 537

Vierter Abschnitt. Opium. Von J. Moeller 540
Fünfter Abschnitt. Aloe. Von J. Moeller 557
Sechster Abschnitt. Kampfer. Von J. Moeller 567
Siebenter Abschnitt. Indigo. Von H. Molisch 575

I. Übersicht der Indigo liefernden Pflanzen. 576
II. Über den Nachweis des Indicans in der Pflanze 581
III. Die Gewinnung des Indigo 585
IV. Physikalisch-mikroskopisch-chemische Charakteristik des Indigo . . . 590
V. Der Indigo als Handelsware und seine Verwendung 597
VI. Die Geschichte des Indigo 600

Achter Abschnitt. Katechugruppe. Von K. Mikosch 604

1. Katechu 604
2. Gambir 609
3. Kino 614

Seite

Neunter Abschnitt. Pflanzenfette. Von K. Mikosch 623

Übersicht der fettliefernden Pflanzen 630

Spezielle Betrachtung der Pflanzenfette 653

I. Feste Fette 653

1. Palmfett 653

2. Palmkernöl 658

3. Fett von *Astrocaryum vulgare Mart.* 658

4. Kokosnußfett 659

5. Kakaobutter 662

6. Myristicafette 662

7. Chinesischer Talg 666

8. Vateriafett (Malabartalg) 667

9. Tangkawangfett (Borneotalg) 668

10. Sapotaceenfette 671

11. Irvingiafette 674

12. Carapafette 676

II. Flüssige Fette 678

A. Nicht trocknende Öle 678

1. Olivenöl 678

2. Arachisöl 683

3. Mandelöl 684

4. Rizinusöl 685

B. Schwach trocknende Öle 686

1. Rüböle 686

2. Senföle 688

3. Bucheckerkernöle 688

4. Sojabohnenöl 689

5. Sesamöl 690

6. Baumwollsamenöl 692

C. Trocknende Öle 693

1. Leinöl 693

2. Holzöl 694

3. Mohnöl 696

4. Sonnenblumenöl 696

5. Safloröl 697

6. Nigeröl 698

7. Nußöl 699

Zehnter Abschnitt. Vegetabilisches Wachs. Von K. Mikosch 700

I. Übersicht der wachsliefernden Pflanzen 701

II. Natürliches Vorkommen und Entstehung des vegetabilischen Wachses 704

III. Chemische Zusammensetzung des vegetabilischen Wachses 707

IV. Physikalische Charakteristik 708

V. Mikroskopische Charakteristik 709

VI. Die Arten des vegetabilischen Wachses 710

1. Carnaubawachs 710

2. Palmwachs 714

Seite

3. Raphiawachs 715
4. Candelillawachs 716
5. Myricawachs 717
6. Japanisches Wachs 721
7. Pisangwachs 724
8. Vegetabilisches Wachs von *Ficus ceriflua* 725
9. Kuhbaumwachs 726
10. Ocubawachs 726
11. Balanophorenwachs 727

Register 729

Einleitung[1]).

Wissen allein ist nicht Zweck des Menschen auf der Erde ..... Das Wissen muß sich im Leben auch betätigen. Helmholtz.

Die Zahl der mineralischen und organischen Rohstoffe, welche in der chemischen und mechanischen Industrie Verwendung finden, ist eine außerordentlich große geworden. Eine möglichst genaue Kenntnis dieser höchst mannigfaltigen Körper bildet das Fundament einer wissenschaftlich begründeten Technologie.

Das vorliegende Werk ist ausschließlich den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches gewidmet, welche an Mannigfaltigkeit, höchstwahrscheinlich auch an Masse[2]), gewiß aber in Bezug auf

1) Diese Einleitung stützt sich vornehmlich auf folgende Schriften: Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie. Wien 1867. Derselbe, Über die Bedeutung der technischen Rohstofflehre (technische Warenkunde) als selbständige Disziplin und über deren Behandlung als Lehrgegenstand an technischen Hochschulen; in Dinglers Polytechnischem Journal, Bd. 237 (1880), p. 349 ff. Flückiger und Tschirch, Grundlagen der Pharmakognosie. Einleitung in das Studium der Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Aufl. Berlin 1885. Wiesner, Die Beziehungen der Pflanzenphysiologie zu den anderen Wissenschaften, Rede, gehalten beim Antritte des Rektorates an der Wiener Universität am 24. Oktober 1898. Wiesner, The development of plant physiology under the influence of the other sciences. Congress of arts and sciences. Univ. Exp. St. Louis. Vol. V, p. 103 ff. In deutscher Übersetzung erschien dieser Vortrag in der Österr. botan. Zeitschrift 1905, Nr. 4. Es ist auch die in der ersten Auflage des vorliegenden Werkes enthaltene Einleitung (p. 1—33) zu vergleichen.

2) Wie groß die Gesamtmasse der Pflanzensubstanz im Vergleich zu jener der tierischen Substanz auf der ganzen Erde ist und ob eine Konstanz in diesem Verhältnis besteht, wurde meines Wissens bisher nicht untersucht. Aber schon der Augenschein, noch mehr aber die Tatsache, daß der Aufbau der Tiere in letzter Linie, also auch mit Rücksicht auf fleischfressende Tiere, nur durch Assimilation von Pflanzenstoffen erfolgt, lassen mit Bestimmtheit annehmen, daß die gesamte irdische Pflanzenmasse ein hohes Multiplum der gesamten irdischen Tiermasse betragen müsse. Und da sich zudem der Mensch in ausgedehntestem Maße die Pflanzen- und Tierstoffe nutzbar macht, so ist es auch im hohen Grade wahrscheinlich, daß die technisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreiches die des Tierreiches an Masse weit überwiegen, was auch die Statistik ergeben dürfte, wenn sie darüber befragt werden würde.

Verschiedenartigkeit der Verwendung die industriell verwerteten Erzeugnisse des Tierreiches weit überragen.

Nur verhältnismäßig wenige Rohstoffe des Pflanzenreiches werden gleich im frischen, lebenden Zustande gewerblich verarbeitet, wie die Runkelrübe und das Zuckerrohr in der Zuckerfabrikation, die Kartoffel und andere stärkeführende Knollen in der Stärkefabrikation, die Olive und die Früchte der Ölpalme in der Öl- und Fetterzeugung, usw. Einige wenige Rohstoffe, wie z. B. die käuflichen Alkoholhefen, bestehen aus unverletzten lebenden Organismen, ja es beruht gerade ihre Verwendung auf Vorgängen, welche ihr Leben begleiten; ihre technische Benutzung ist also darin begründet, daß sie lebende Organismen sind.

Die überwiegende Mehrzahl der Rohstoffe des Pflanzenreiches, welche die Industrie verarbeitet, sind gewöhnlich unwesentlich veränderte abgestorbene Pflanzenteile, wie Wurzeln, Rhizome, Knollen (Stamm- und Wurzelknollen), Holz, Rinde, Blätter, Blüten, Früchte, Samen usw., die für die Zwecke leichterer Aufbewahrung und Versendung getrocknet und, wenn es die Verwendung zuläßt, zerkleinert werden. Der Wassergehalt solcher Rohstoffe ist stets geringer, als dem Lebendgewicht der betreffenden Pflanzenteile entspricht, und gewöhnlich nur von der Hygroskopizität der betreffenden organischen Substanzen abhängig.

Man zählt zu den Rohstoffen aber auch bestimmte Hervorbringungen des Pflanzenreiches, welche nicht als wesentliche Teile der Pflanzen (Organe, Gewebe, Zellen, Zellinhaltsstoffe) angesehen werden können, wie z. B. die aus den Stämmen vieler Holzpflanzen heraussickernden, flüssig oder halbflüssig verbleibenden (Balsame) oder zu Gummi, Harzen, Gummiharzen usw. erstarrten Substanzen, welche durch einfache Aufsammlungen schon in jenen Zustand kommen, in welchem sie im Handel erscheinen und deshalb mit Recht als Sammelprodukte angesprochen werden.

Ohne allen Zwang kann man auch jene Erzeugnisse des Pflanzenreiches den Rohstoffen beizählen, welche durch mechanische Verletzungen von Pflanzen oder Pflanzenteilen gewonnen werden, wie der Kautschuk, welcher aus einem, freiwillig nur in kleinen, durch Anschnitt der betreffenden Pflanzenteile in großen Mengen austretenden Milchsafte durch Eintrocknung entsteht. In dieselbe Kategorie von Rohstoffen gehören die meisten Balsame, viele Harze (z. B. das durch künstliche »Harzung« erzeugte Harz der Fichten, Föhren und anderer Koniferen), viele Gummiharze (z. B. Gummigutt, Asa foetida usw.) u. v. a.

Es ist auch ein wohl zu rechtfertigender Gebrauch, manche durch etwas kompliziertere, im Ganzen aber doch immer noch rohe Gewinnungsmethoden erhaltene Pflanzenstoffe als Rohwaren aufzufassen, wie z. B. das Katechu, das durch Auskochen des Holzes der *Acacia Catechu* und Eindampfen des so erhaltenen Extraktes gewonnen wird, den Gambir,

welcher nach einem analogen Verfahren aus den Blättern und jungen Zweigen der *Nauclea (Ourouparia) Gambir* erzeugt wird; desgleichen die durch einfaches Auspressen oder Ausschmelzen aus Samen und Früchten erhaltenen vegetabilischen Fette, das durch Ausschmelzen sehr verschiedener Pflanzenteile erhaltene vegetabilische Wachs usw. Auch den durch Eintrocknen aus Milchsaft und spätere Räucherung gewonnenen schwarzen Kautschuk des Handels zieht man, wie ich glaube, ganz passend noch zu den Rohstoffen.

Wenn man bei der Begriffsbestimmung des »Rohstoffes« die Grenze selbst so enge zieht, als es in den vorangegangenen Zeilen geschehen ist, so stößt man doch schon auf eine nicht geringe Schwierigkeit, indem man nicht nur Sammelprodukte, sondern auch nach mehr oder minder komplizierten Erzeugungsarten dargestellte Stoffe in die gleiche Kategorie bringt. Was ist, so darf man fragen, noch Rohstoff und was ist bereits Fabrikat? Wenn ich Katechu, Gambir, Aloë u. dgl., wie es ja allgemein geschieht, als Rohstoff betrachte, so habe ich ja doch auch den Indigo in dieselbe Kategorie zu stellen, wenngleich die Methoden zu seiner Darstellung vielfach durch neue rationell verfeinerte ersetzt worden sind. Und die Guttapercha bliebe nach üblicher Auffassung Rohstoff, wenn auch ein fabrikmäßig durchgeführtes Extraktionsverfahren an die Stelle der alten rohen Gewinnungsart getreten wäre. Freilich wird in diesen Fällen das Interesse der Technologen an dem Prozesse der Darstellung dieser beiden Körper wachgerufen sein, und beide Stoffe gehören dann sowohl vor das Forum der Rohstofflehre als vor das der Technologie.

Nicht mindere Schwierigkeiten bei einer Formulierung des Begriffes »Rohstoff« würden sich ergeben, wenn man unter »Rohstoff« ohne Rücksicht auf die Gewinnungsweise, alle jene Körper verstehen wollte, welche der Industrie und den Gewerben dienen, sei es als Hilfsstoffe, sei es als Rohmateriale, welche aber nicht direkte Gebrauchskörper sind, wie etwa der Holzstoff der Papierfabrikation, unversponnene Pflanzenfasern u. v. a.

Es häufen sich also die Schwierigkeiten, wenn man zu einer genauen Begriffsbestimmung dessen, was als »Rohstoff« aufzufassen ist, gelangen will. Nun kann es aber nicht so sehr darauf ankommen, eine scharf ausgearbeitete, stets zutreffende Definition des »Rohstoffes« zu konstruieren, als vielmehr all dasjenige, was die Praxis als Rohstoff zusammenfaßt, nach technischer Richtung zweckentsprechend und in wissenschaftlicher Weise zu bearbeiten, ohne in Doktrinarismus zu verfallen. Indem man diesen Standpunkt wählt, tut man gut, sich darüber klar zu werden, daß Rohstoff ein wandelbarer, ein konventioneller Begriff ist, daß zum Nutzen der technischen Wissenschaften die Grenzen der Rohstofflehre nur bestimmt werden dürfen nach praktischem Bedürfnis, ferner nach

der ihr naturgemäß innewohnenden Betrachtungsweise des Stoffes und endlich nach den Untersuchungsmethoden, welche speziell in ihren Bereich gehören[1]).

Die nachfolgenden Erörterungen werden über diese einzelnen Punkte nähere Aufklärungen bringen, und es sei hier nur kurz hervorgehoben, daß in der Rohstofflehre vor allem die naturhistorischen Untersuchungsmethoden und überhaupt die naturhistorische Betrachtungsweise in den Vordergrund tritt. Aber auch diese Untersuchungsmethode und diese Betrachtungsweise soll keine Scheidewand zwischen der Rohstofflehre und der Technologie im engeren Sinne bilden; im Gegenteil: wo die naturhistorische Methode die Unterscheidungsmerkmale für technisch erzeugte Gebrauchsobjekte darbietet, wie z. B. bei den Fasern der Gespinste und Gewebe und in zahlreichen anderen Fällen, wird es für den Fortschritt der technischen Wissenschaften nur von Vorteil sein, wenn die Rohstofflehre in das Gebiet der Technologie hinübergreift.

Die technischen Disziplinen bilden wie die reinen Wissenschaften, ja mit diesen ein lebendiges Ganze; eine scharfe Abgrenzung der Wissenszweige wäre ihrer Weiterentwicklung durchaus nicht förderlich. Denn die Fortschritte der Wissenschaften und der Technik bringen die einzelnen theoretischen und praktischen Disziplinen einander näher und führen zu gegenseitiger Stärkung und Neubelebung. Und so soll auch die technische Rohstofflehre, einer der jüngsten der angewandten Wissenszweige, den Kontakt mit anderen Disziplinen, namentlich mit der Technologie, eher suchen als vermeiden. Bietet sie ja doch selbst, wie ihre ältere Schwester, die Pharmakognosie, das Bild einer harmonischen, auf ein praktisches Ziel gerichteten Vereinigung sehr heterogener Kenntnisse und Erkenntnisse dar.

---

1) In seinem monumentalen, noch nicht zum Abschluß gekommenen Werke, »Handbuch der Pharmakognosie« (Leipzig, Tauchnitz 1909 ff.) sagt der Verfasser, Herr Professor Tschirch (Bd. I, p. 16): »Da im jetzigen Sprachgebrauch das Wort Droge für alle Rohstoffe mit Ausnahme der mineralischen angewendet wird — und zwar für trockene, im Gegensatz zu frischen Pflanzen und Tieren — so empfiehlt es sich, die technischen Rohstoffe als technische Drogen von den arzneilichen Rohstoffen, den Arzneidrogen abzutrennen.« Aber unter Droge wird seit alter Zeit bis auf den heutigen Tag gewöhnlich die Arzneidroge verstanden, während die Technologie den Ausdruck Droge nicht gebraucht, vielmehr in Anlehnung an die Praxis von »Rohstoff« spricht. Welche Mängel dem Begriffe Rohstoff anhaften, ist oben genügend betont worden, der Ausdruck genügt aber in der Regel und leidet nicht an der Fessel des Begriffes »Droge«, welcher nur trockene Objekte umschließt, während man z. B. die Runkelrübe als Rohstoff (der Zuckerfabrikation) bezeichnen darf. Die von Tschirch vorgeschlagene Neuerung bietet keinen Vorteil, ja würde nur Befremden hervorrufen, wenn beispielsweise die Baumwolle als Droge angesprochen werden würde.

Nachdem ich in Kurzem, so gut dies überhaupt möglich ist, eine Orientierung über das, was als vegetabilischer Rohstoff anzusehen ist, gegeben habe, will ich versuchen, die Aufgabe darzulegen, welche einer wissenschaftlich begründeten Lehre von den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches zufällt.

Die Rohstofflehre kann sich begreiflicherweise keine andere Aufgabe stellen, als die praktischen Erfahrungen oder theoretischen Erwägungen zufolge nutzbaren Rohstoffe möglichst genau unterscheiden zu lehren, ihre Herkunft zu ermitteln und ihre Eigenschaften mit tunlichster Rücksichtnahme auf ihre Verwendung darzulegen. Die Rohstofflehre bildet, so aufgefaßt, nicht etwa bloß eine dem Kaufmanne zur Belehrung dienende »allgemeine Warenkunde«, vielmehr gestaltet sie sich zu einem Zweige der Technologie im weiteren Sinne des Wortes.

Bei der außerordentlichen Menge von nutzbaren Pflanzenstoffen, die man bereits kennt, erscheint es gewiß berechtigt, ja zweckmäßig, dieselben wohl im Auge zu behalten, wenn auch das momentane Bedürfnis nicht nach allen diesen Schätzen greift. Man darf nämlich nicht vergessen, daß die Auffindung dieser Körper das Resultat einer mehrtausendjährigen Erfahrung ist, an welcher alle Völker der Erde Anteil haben, und daß gerade durch den Spürsinn unzivilisierter Völker die bedeutungsvollsten Entdeckungen in Bezug auf die Auffindung von Rohstoffen zutage gefördert wurden. Es ist — des Tier- und Mineralreiches nicht zu gedenken — das Gewächsreich in einer so tiefgehenden Weise auf seine Nutzbarkeit durchgeprüft, daß der Forschung zur Auffindung neuer nutzbarer Rohstoffe kein allzugroßer Spielraum mehr gegönnt ist. Ich glaube also, daß sich die Wissenschaft den Gewerben durch genaue, dem Fortschritt der Wissenschaft angepaßte, Prüfung der vorhandenen Rohstoffe weiter noch nützlich machen kann. Allein es darf auch nicht übersehen werden, daß die Fortschritte der Industrie von Zeit zu Zeit ganz neue Forderungen an das Pflanzenreich behufs Gewinnung neuer Rohstoffe stellen und dann gilt es, über die alten, wenn auch noch so reichen Erfahrungen hinaus, nach neuen Rohstoffen oder Rohstoffquellen zu fahnden. Ein schlagendes Beispiel bildet der Kautschuk. Vor einem Jahrhundert nur zum Auswischen von Bleistiftlinien benutzt und nur tastend zu wasserdichten Verschlüssen, zu Gummiröhren für chemische Apparate und dergleichen unbedeutenden Gebrauchsgegenständen verwendet, ist er nunmehr als Kautschuk, als vulkanisierter Kautschuk, Hartgummi usw., zu einem der wichtigsten Industrieobjekte geworden. Die Nachfrage nach dem Rohmateriale ist eine enorme geworden und es wird nicht nur das ganze Pflanzenreich, insbesondere in den tropischen und subtropischen Gebieten, in der energischsten Weise auf kautschukliefernde Gewächse durchsucht, sondern die Akklimatisation der kaut-

schukliefernden Pflanzen im größten Maßstabe in den Kolonien der warmen Länder betrieben. Hunderte von Pflanzen, die man früher unbeachtet ließ, werden nun in die Kautschukgewinnung einbezogen.

Die Mittel zur Lösung der oben kurz geschilderten Aufgabe der Rohstofflehre des Pflanzenreiches sind keine geringen. Vor allem ist es notwendig, die Abstammung des Rohstoffes zu erforschen, also in betreff der vegetabilischen Rohstoffe die Pflanze zu ermitteln, welche diesen oder jenen Rohstoff liefert. Um Irrungen vorzubeugen, ist diese Kenntnis zum mindesten für den Forscher, also für denjenigen nötig, welcher eine exakte Charakteristik eines Rohstoffes entwerfen will. Um nämlich mit Genauigkeit die unterscheidenden Merkmale der oft stark zerkleinerten oder anderweitig veränderten Rohstoffe feststellen zu können, ist es häufig notwendig, auf die Stammpflanze zurückzugreifen. Durch das Studium der Morphologie der wohlerhaltenen Stammpflanze wird es ermöglicht, den Pflanzenteil, das Organ, welches einen bestimmten Rohstoff liefert, zu ermitteln, und die Bestandteile der Organe oder Gewebe, welche an der Zusammensetzung desselben Anteil nehmen, mit größerer Sicherheit und Vollständigkeit festzustellen, als dies am Rohstoff selbst möglich ist. Aber es wird wohl auch zugegeben werden, daß die Fixierung eines bestimmten Rohstoffes durch die Zurückführung auf die Stammpflanze die Sicherheit der Charakteristik nur vergrößert, indem durch den Nachweis der völligen Identität eines bestimmten Rohstoffes mit einem bestimmten Organ, Organteil, Gewebe usw. der Stammpflanze die genaueste Ausmittelung der wahren Natur eines fraglichen Rohstoffes erfolgt. Es wäre z. B. der Beweis zu liefern, ob eine bestimmte Faser Sunn ist oder nicht. Wäre nun eine Charakteristik dieser Spinnfaser noch nicht vorhanden, oder zöge man die Sicherheit der etwa hierüber bekannt gewordenen Unterscheidungsmerkmale in Zweifel, so bliebe wohl nichts anderes übrig, als einen Vergleich der zu prüfenden Pflanzenfaser mit dem Baste der lange bekannten Stammpflanze des Sunns, *Crotalaria juncea*, vorzunehmen. Ergäbe sich nun eine völlige Gleichheit in der morphologischen Zusammensetzung und im mikrochemischen Verhalten beider Objekte, so wäre hiermit wohl auch der denkbar sicherste Nachweis, daß die betreffende Faser wirklich Sunn ist, geliefert.

Aber nicht nur die Kenntnis der botanischen, sondern auch der geographischen Herkunft der vegetabilischen Rohstoffe ist zu berücksichtigen, da es für den Technologen doch von Wichtigkeit sein muß, die Bezugsquellen jener Materialien, welche er verarbeitet, zu kennen. Die floristische und pflanzengeographische Literatur bietet insofern die der Rohstofflehre dienlichen Daten, als sie sehr umfassende Beobachtungen über die Verbreitung der Nutzpflanzen enthält. Aber damit ist nicht alles getan. Denn die Rohstoffe werden nicht überall dort

gewonnen, wo dies möglich wäre; auch eignen sich die Nutzgewächse nicht überall zur Ausbeutung. Wie außerordentlich ist zum Beispiel die Kokospalme in den Tropenländern verbreitet und dennoch liefern nur einzelne Gebiete Indiens und einige der umliegenden Inseln eine wirklich brauchbare Sorte von *Coïr* (Kokosnußfaser). Freilich darf nicht übersehen werden, daß *Cocos nucifera* in zahlreiche Varietäten zerfällt, von denen eben nur die Früchte einzelner sich zur Darstellung dieser Faser eignen. Wie bekannt kommt die Leinsaat der meisten flachsbauenden Länder der Erde aus den russischen Ostseeprovinzen, da die Erfahrung lehrte, daß die dort geernteten Leinsamen, auch wenn sie in warmen Gegenden gebaut werden, sehr bastreiche Flachspflanzen liefern, und daß ein durch Jahre hindurch in warmen Gegenden kultivierter Flachs auf Kosten der Bastmenge große Samenerträge abwirft. Die besten zur Ölgewinnung dienenden Leinsamen bringen hingegen jene Länder hervor, wo der Flachs gar nicht als Gespinstpflanze, sondern eben nur der ölreichen Samen halber kultiviert wird, so z. B. Ostindien. Diese wenigen Beispiele werden genügen, um zu veranschaulichen, daß die Rohstofflehre die auf die geographische Herkunft der Rohstoffe bezüglichen Daten nicht ohne weiteres den floristischen und pflanzengeographischen Werken und Abhandlungen entnehmen kann; daß sie vielmehr hierin ihre spezifischen Gesichtspunkte hat, von denen aus sie selbständig auf die Erwerbung der nötigen Daten Bedacht nehmen muß.

Hierbei wird es sich nicht bloß um die natürliche Verbreitung der technisch verwendeten Gewächse, sondern auch um ihre Verbreitungsfähigkeit und um ihre Kultur handeln. Viele Rohstoffe werden von wildwachsenden Pflanzen gewonnen, aber mit den Fortschritten der allgemeinen, namentlich der tropischen Agrikultur[1]) nimmt die Zahl dieser Gewächse ab, indem man bestrebt ist, alle nutzbringenden Pflanzen in möglichst rationelle Kultur zu nehmen, so z. B. die Sagopalme, die Chinarinden-, Kautschuk-, Guttaperchabäume, die ostafrikanischen Gummibäume usw. Bevor Perlsago ein in Europa begehrter Handelsgegenstand war, genügte es, dieses Produkt aus wildwachsenden Palmen zu gewinnen. Nunmehr nimmt die Kultur der Sagopalmen im tropischen Gebiete zu. Dies hat nicht nur zur starken Hebung dieser Kolonialware geführt, sondern ist für die Ausnutzung des tropischen Kulturbodens von Bedeutung geworden, indem die wichtigsten Sagogewächse nur auf Sumpfboden vorkommen und dieser durch Bepflanzung mit Sagopalmen erst Kulturboden geworden ist. Viele sumpfige Talgründe Celebes', welche ertraglos dalagen, sind durch die genannte Anpflanzung nutzbar gemacht worden[2]).

1) S. hierüber das inhaltreiche, weiter unten näher ins Auge gefaßte Werk H. Semlers, Tropische Agrikultur, 4 Bände, Wismar 1886—93.

2) Semmler, l. c., Bd. I, p. 633.

Zahlreiche Faserpflanzen und andere technische Nutzgewächse, welche früher im wildwachsenden Zustande Verwendung fanden, sind zu Kulturpflanzen geworden, wie die folgenden Kapitel vielfach lehren werden.

Die Chinarinde ist, seit das Chinin aus derselben fabrikmäßig dargestellt wird, in die Reihe der technisch verwendeten Rohstoffe eingetreten. Es ist bekannt, daß die in Indien, auf Ceylon, Java usw. erhaltenen Kultur-Chinarinden die wilden Rinden aus den Wäldern der Kordilleren lange überflügelt haben.

Obschon alle Gegenden der Erde, welche eine Vegetation hervorbringen, dem Menschen nützliche Stoffe liefern, so ist doch die Masse und der innere Wert dieser Körper, je nach den klimatischen Verhältnissen ein höchst ungleicher. Die außerordentlich üppige Vegetation der warmen Länder bringt auch die größte Menge von pflanzlichen Rohstoffen für unsere Gewerbe hervor. Mit dem Fortschritte der Kultur werden diese reichsten Quellen des Rohstoffes der Industrie immer mehr und mehr nutzbar gemacht. Die Akklimatisation jener so eminent nützlichen Gewächse der tropischen und subtropischen Zone in unseren Gegenden hat der Industrie fast gar keinen Nutzen gebracht[1]), da es wohl gelingt, viele dieser Pflanzen bei uns fortzubringen, aber durch die Übertragung in ein ihnen wenig zusagendes Klima verlieren sie ihren üppigen Wuchs und jene Stoffe, welche uns Nutzen gewähren, um derenthalben wir sie unserer Landwirtschaft unterwürfig machen möchten, werden nur in geringen, der praktischen Ausnützung nicht werten Mengen geliefert. Die in unseren Gegenden kultivierte Batate enthält nur sehr wenig Stärke, die in wärmeren Gegenden Europas aufgebrachten Indigopflanzen lieferten fast keinen Indigo, die vielfach angeregte Kultur der Ramie- und Jutepflanzen in unseren Gegenden verspricht gar keinen Erfolg und selbst die europäischen Baumwollenpflanzungen, mit Ausnahme der türkischen, weisen fast gar kein praktisches Resultat auf.

Von der Akklimatisation, worunter der Versuch zu verstehen ist, eine Pflanze oder ein Tier unter für diese Organismen neuen klimatischen Verhältnissen zu gedeihlicher Entwicklung zu bringen, ist wohl zu unterscheiden die Einbürgerung, d. i. die Übertragung einer Pflanze oder eines Tieres in neue, von der Heimat oft weit entfernte Gebiete, wo diese Organismen aber diejenigen klimatischen Verhältnisse vorfinden, an die sie gewöhnt sind. In allen Zonen der Erde hat die Einbürgerung neuer Kulturpflanzen zu großen praktischen Resultaten geführt. Die Einbürgerung neuer Kulturpflanzen ist ja nichts anderes

1) Vgl. A. Engler in Hehns Kulturpflanzen und Haustiere. 6. Aufl. Berlin 1894, p. IX der Vorrede. S. auch 8. Aufl., 1911.

als die Nachahmung dessen, was wir in der Natur unter unseren Augen vor sich gehen sehen: Pflanzen, welche sich von selbst verbreiten, suchen doch immer nur solche Gebiete auf, deren klimatische Verhältnisse mit jenen übereinstimmen, welche in den Heimatländern der Einwanderer herrschen[1]).

Die namentlich in früherer Zeit oft versuchte Akklimatisation von Nutzgewächsen der warmen, ja sogar der heißen Länder in unseren Gegenden läßt man nunmehr gänzlich fallen, und tut nur das Richtige, wenn man diese so nutzbaren Pflanzen in Gegenden überträgt, wo sie die natürlichen Bedingungen des Gedeihens finden und deshalb sich daselbst leicht einbürgern lassen. Zu den hervortretendsten Erscheinungen der modernen Kolonialbestrebungen gehört die Einführung von Nutzpflanzen in neue, insbesondere tropische Gebiete. England hat in Indien, wirksam unterstützt durch seine Kew Gardens, Holland hat auf Java und in anderen seiner Kolonien unter Mitwirkung des großartigen botanischen Gartens in Buitenzorg ('s Lands plantentuin) in neuester Zeit hervorragende Leistungen auf dem Gebiete der Einführung neuer Kulturpflanzen, von denen viele technisch verwendete Rohstoffe liefern, aufzuweisen und Deutschland unternimmt dieselbe wichtige Arbeit in seinen ostafrikanischen Kolonien[2]).

Also nicht die Akklimatisation dieser Gewächse bei uns, sondern deren Einbürgerung in anderen Gegenden, wo sie unter gleichen oder angenähert gewohnten Bedingungen gedeihen, ferner die Fortschritte im Handel und Verkehr, welche die Naturschätze der entlegensten Gegenden uns zuführen, machen die Reichtümer der tropischen Pflanzenwelt der Industrie dienstbar. Schon jetzt führen jene fernen Länder unseren Fabriken eine solche Unmasse von vegetabilischen Rohstoffen zu, daß unsere Industrie ins Stocken geriete, wenn diese so segensreiche Zufuhr plötzlich unterbliebe. Der Indigo Ostindiens und anderer Tropenländer hat die in verflossenen Jahrhunderten in Deutschland so blühende Waidindustrie fast vernichtet, die Baumwolle der warmen Länder ist nicht nur zum wichtigsten Gespinststoff aller Kulturländer, sondern zur wichtigsten Handelsware geworden; und so ließen sich noch zahlreiche

1) Unter unseren Kulturpflanzen befinden sich allerdings manche, darunter auch einige wenige von technischer Bedeutung, welche sich infolge einer — ich möchte sagen — sekulären Anpassung ein großes Terrain erobert haben und fern von der Heimat, unter ganz geänderten klimatischen Verhältnissen gedeihen, freilich aufgelöst in neue klimatische Spielarten. Hierher gehört als wichtigste technische Nutzpflanze der Flachs. Die Herkunft und die Abstammung der heute kultivierten Flachspflanze wird im Abschnitte »Fasern« ausführlich erörtert werden.

2) S. hierüber Engler: Die Pflanzenwelt Ostafrikas. B. Die Nutzpflanzen Ostafrikas. Berlin 1895. Ferner zahlreiche Artikel in dem später oft zitierten »Tropenpflanzer«.

Beispiele zur Erhärtung der wichtigen Tatsache beibringen: daß, wie sich die Industrie in den Ländern der gemäßigten Zone immer weiter ausbreitet und vervollkommnet, die an organischen Hervorbringungen ungleich gesegneteren warmen Länder der Erde mit den Fortschritten der Kultur und Zivilisation immer mehr und mehr dazu beitragen, die Industrie mit den wichtigsten Rohstoffen zu versorgen[1]).

Die Gewinnungsweise der Rohstoffe darf in der Lehre von diesen Körpern nicht übergangen werden, nicht etwa bloß des großen Interesses wegen, welches sich an diesen Gegenstand an und für sich knüpft, sondern weil sich aus der Art der Abscheidung der Rohstoffe oft manche ihrer Eigenschaften erklären lassen, und hierdurch die Schaffung einer Charakteristik und Physiographie der rohen Pflanzenstoffe ermöglicht oder doch wenigstens erleichtert wird. Es findet sich z. B. der Kautschuk im Handel nicht nur als weißer, sondern als verschieden gefärbter Körper vor. Es wäre gewiß mit Schwierigkeiten verbunden, die Färbung des schwarzen Kautschuks zu deuten, wenn man nicht wüßte, daß selbe durch künstliche Räucherung hervorgerufen wird. Die große Veränderlichkeit im Terpentinölgehalt der käuflichen Terpentine würde sich angesichts der Tatsache, daß alle aus der Pflanze frisch heraussickernden Terpentine stets sehr reich an flüchtigem Öl sind, nicht begreifen lassen, wenn man nicht wüßte, daß in einigen Gegenden höchst unvollkommene Terpentingewinnungsmethoden gehandhabt werden, bei deren Anwendung das Terpentinöl in verschwenderischer Weise preisgegeben wird, und daß manche Terpentine des Handels künstlich eines Teils ihres flüchtigen Öls beraubt werden. Die Eichenspiegelrinden des Handels sind nicht selten bei gleicher ursprünglicher Güte entweder sehr wohlerhalten, oder aber an vielen Stellen verletzt. Solche Rinden werden nicht mit Unrecht für gering gehalten, da sie erfahrungsgemäß minder gut die Häute gerben. Ein Einblick in die Gewinnung der Eichenspiegelrinde lehrt aber, daß, entweder wegen unpassender Wahl der Entrindungszeit oder weil die gefällten Eichenstämmchen zu lange liegen blieben, bis die Abschälung vorgenommen wurde, die Ablösung der Rinde nur schwer vorzunehmen ist und ohne Beklopfen mit Hämmern, Beilen usw. gar nicht gelingt. Die so entstehenden Klopfwunden gefährden aber die Güte der Rinde, indem bei der mechanischen Verletzung auch lebende Gewebe zerrissen werden, deren Zellinhalte sich entweder spontan, oder durch Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes, oder durch Eindringen von Fermentorganismen zersetzen[2]).

1) Weitere Ausführungen hierüber s. Wiesner: Die Jute, in: Ausland. 1869. Nr. 35.

2) Über Einsammlung und Zubereitung von Medizinaldrogen, von denen einige auch technisches Interesse beanspruchen, s. Flückiger und Tschirch, l. c., p. 11—13.

Daß eine sehr genaue Vertrautheit mit den morphologischen Verhältnissen der Pflanze die allerwichtigste Bedingung für die wissenschaftliche Begründung der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches bildet, braucht wohl nicht erst bewiesen zu werden. Es leuchtet wohl von selbst ein, daß man Blätter, Blüten, Samen, Früchte usw. nicht anders als botanisch, also mit den Hilfsmitteln der Botanik und vorzugsweise nach den Methoden der Morphologie der Pflanzen charakterisieren und beschreiben könne. Und ebenso dürfte es Jedem verständlich sein, daß die auf histologischer Grundlage fußende mikroskopische Untersuchung den geradezu wichtigsten Behelf für die Unterscheidung der Rohstoffe bildet. Denn nicht nur, daß als technische Rohwaren auftretende Pflanzen und Pflanzenteile in einem oft sehr zerkleinerten oder, allgemeiner gesagt, veränderten Zustande auftreten, in welchem sie sich der botanisch-systematischen Untersuchung völlig entziehen und nur durch ihre Gewebe, Zellen oder Zellinhaltsstoffe genügend charakterisiert werden können; es existieren zahlreiche, sehr wichtige rohe Pflanzenstoffe, welche ihrer Natur zufolge kaum eine andere als eine histologische Charakteristik zulassen. Man denke nur an die in ihren Eigenschaften so verschiedenen Stärkesorten und Pflanzenfasern. Alle Versuche, diese Körper durch chemische Reaktionen zu unterscheiden, scheiterten an ihrer fast völligen chemischen Gleichheit[1]). Die Unterschiede der Stärke- und Fasersorten sind beinahe nur in ihren morphologischen Verhältnissen begründet, bei der Stärke in der Form, Größe und im Baue der Körnchen, bei den Fasern in ihrer histologischen Zusammensetzung; es gibt also hier und bei vielen anderen Rohstoffgruppen — so weit wir diese Verhältnisse nach unserer derzeitigen Einsicht überblicken können — gar keinen anderen Weg, der mit Sicherheit zur Unterscheidung dieser äußerlich so gleichartigen Körper führen würde, als den der histologischen Charakterisierung.

Die morphologisch-botanische Untersuchungsmethode kann aber nicht auf alle vegetabilischen Rohstoffe angewendet werden. Wenn sie für die organisierten, d. i. strukturbesitzenden Pflanzenstoffe auch die einzige oder doch wichtigste ist, so erstreckt sich ihre Anwendbarkeit über die Körper dieser Kategorie kaum hinaus. Die Charakteristik der

---

1) Es wird in dem der Stärke gewidmeten Kapitel gezeigt werden, daß die Stärkearten im Lichtbrechungsvermögen und auch noch in anderen physikalischen Eigenschaften voneinander abweichen, was alles auf Differenzen in chemischer Beziehung hinweist. Aber die betreffenden physikalischen und chemischen Unterschiede sind so gering, so schwer festzustellen, daß sich hierauf keine praktisch brauchbare Charakteristik bauen läßt und man doch immer, zur Unterscheidung der Stärkearten, auf die mikroskopisch festzustellenden morphologischen Kennzeichen zurückkommt.

strukturlosen Pflanzenstoffe, wie Gummiarten, Harze, Balsame, Kautschuk, Guttapercha und viele andere, hat von dieser Methode nur wenig zu erwarten. Indes ohne alle Bedeutung ist sie selbst für diese große Rohstoffgruppe nicht. Die meisten der genannten Körper sind nicht so gänzlich frei von aller organischen Struktur, oder frei von organisierten Pflanzenteilen, als daß nicht auch an ihnen sich der Wert der Histologie für die Unterscheidung der Pflanzenstoffe erproben könnte. Die neuere Forschung hat gelehrt, daß manche Gummiarten, z. B. der Tragant, oder in noch ausgezeichneterer Weise das Moringagummi, nicht, wie man früher vermutete, bloße Ausschwitzungen der Pflanzenorgane sind, sondern daß sie durch chemische Metamorphose ganzer Gewebe entstehen. So kommt es, daß die beiden genannten Gummiarten, und noch viele andere ähnliche vegetabilische Rohstoffe, Gewebsstruktur besitzen, entweder klar ausgeprägt, oder nur eben erkennbar. Freilich hat diese Struktur physiologisch keine Bedeutung, indem diese Bildungen nur Pseudomorphosen nach Geweben darstellen; aber für die Charakteristik dieser Stoffe sind diese Bildungen von großem Werte. Sehr viele strukturlose Pflanzenstoffe, wie Gummiarten, Harze usw., enthalten Gewebsreste und Zellinhaltsstoffe aus den Stammpflanzen, deren morphologische Eigentümlichkeiten in sehr zahlreichen Fällen nicht nur für die Charakteristik dieser Körper verwendbar sind, sondern häufig auch auf die wahre Abstammung derselben geführt haben.

Einige konkrete Beispiele mögen die Bedeutung der morphologisch-botanischen und speziell auch der histologischen Untersuchungsweise für die Rohstofflehre des Pflanzenreiches veranschaulichen. — Die Abstammung der für die Industrie so wichtigen (gegrabenen) ostafrikanischen Kopale war lange Zeit in völliges Dunkel gehüllt. Gewisse Ähnlichkeiten zwischen dem gegrabenen Harze und gewissen, von lebenden Stämmen ausgeschiedenen Harzen führten zur Aufstellung von Hypothesen über die botanische Provenienz dieser Kopale. Da gelang es dem englischen Botaniker Kirk, in den gegrabenen Kopalen Blätter und Stengel, ja sogar Blüten von *Trachylobium mossambicense* aufzufinden und so den Beweis zu liefern, daß die genannten fossilen Harze, wie man schon voher vermutete, tatsächlich von diesem Baume abstammen. — Die aus Stroh dargestellten Papierhalb- und Ganzzeuge bestehen wohl der Hauptmasse nach aus Bastfasern, welche sich von anderen Bastfasern nur schwer, in manchen Fällen gar nicht unterscheiden lassen. In dieser Papiermasse fehlen aber niemals die höchst charakteristisch geformten Oberhautzellen der Strohhalme. Diese Zellen haften der eigentlichen »Faser« so innig an, daß sie im Gang der Darstellung aus der Papiermasse gar nicht zu entfernen sind und tatsächlich auch in die Stroh-

papiere übergehen. Diese charakteristisch geformten Oberhautzellen leiten nicht nur sicher, sondern auch rasch darauf, daß die fraglichen Papiere oder Papierzeuge aus Stroh verfertigt wurden; aus der Größe, Form und Struktur dieser Oberhautzellen läßt sich nun weiter ermitteln, welche Art von Stroh (Roggen-, Mais-, Reisstroh usw.) zur Herstellung dieses Papieres oder dieser Papiermasse diente.

Daß man sich in der Unterscheidung sowohl der strukturlosen als auch der strukturbesitzenden Pflanzenstoffe oft mit großem Vorteile mikrochemischer Reaktionen bedienen kann, wird der spezielle Teil dieses Buches genügend darlegen. Es sei darüber hier nur soviel erwähnt, daß man bei einem gründlichen Studium der Rohstoffe wohl immer bestrebt sein wird, alle sich im Mikroskope als optisch unterscheidbar darstellenden Teile eines Objektes möglichst genau zu deuten, also in erster Linie über ihren stofflichen Charakter ins klare zu kommen, was doch begreiflicherweise nicht anders als auf mikrochemischem Wege geschehen kann.

Die als strukturlos angesehenen Rohstoffe des Pflanzenreiches haben meist ein so ausgesprochenes chemisches und physikalisches Gepräge, daß man einige ihrer Reaktionen, ihre Dichte, ihre Löslichkeit in Wasser, Alkohol und anderen Flüssigkeiten, die Fällbarkeit ihrer Lösungen durch bestimmte Reagentien, ihr Molekulardrehungsvermögen in der Charakteristik sehr gut verwerten kann. Dennoch reichen die auf diese Weise ermittelten Eigentümlichkeiten nicht immer zur genauen Unterscheidung aus. Zur Vervollständigung der Charakteristik solcher Körper kann man sich der folgenden Mittel bedienen.

Viele Rohstoffe haben einen eigentümlichen, oder mit dem Geruche und Geschmacke anderer, bekannter Körper vergleichbaren Geruch und Geschmack. Der Geschmack ist im allgemeinen etwas sicherer als Merkmal als der Geruch, da geruchlose Substanzen häufig leicht Gerüche annehmen und so zu Täuschungen Veranlassung gegeben werden kann.

Farbe, Färbung, Durchsichtigkeit sind für unsere Zwecke nicht ganz zu unterschätzende Merkmale.

Die Prüfung, ob ein Körper einfach oder doppeltlichtbrechend ist, oder doch, wie die meisten in Wasser löslichen Gummiarten, wie Kautschuk und einige andere Körper, infolge von Spannungsunterschieden Doppelbrechung im Polarisationsmikroskope erkennen lassen, ist in der Charakteristik vieler Rohstoffe, wie die Folge zeigen wird, häufig von hohem Werte; desgleichen die Prüfung, ob ein Körper, in bestimmten Flüssigkeiten verteilt, schwache oder starke Molekularbewegung zeigt.

Auch das Lichtbrechungsvermögen flüssiger Körper, durch das Mikroskop leicht zu ermitteln[1]), oder fester Substanzen, durch Einlegen

1) Wiesner, Technische Mikroskopie. Wien 1867, p. 189ff.

in Flüssigkeiten bestimmter Lichtbrechung, häufig sehr rasch festzustellen, bieten sehr gute Anhaltspunkte für die Charakteristik dar.

Feste strukturlose Pflanzenstoffe können vielfach nach dem Vorbilde der Mineralbeschreibung charakterisiert werden, indem man nicht nur ihre Farbe und Dichte, sondern auch ihre Härte, ihren Strich (Farbe des Strichpulvers), ihre Tenazität und die Art ihres Bruches berücksichtigt. Ich habe eine solche Charakteristik bei zahlreichen Gummi- und Harzarten mit Vorteil durchgeführt[1]). Noch sei erwähnt, daß selbst manche organische Pflanzenstoffe durch den Grad ihrer Härte gut charakterisiert werden können, worüber ich weiter unten an passender Stelle einige Beispiele geben werde.

Einer besonderen Aufmerksamkeit wert ist das mikroskopische Verhalten sogenannter strukturloser Pflanzenstoffe. Fast immer erscheinen diese Körper dem freien Auge völlig gleichartig, und dennoch birgt sich unter diesem scheinbar homogenen Aussehen eine Mannigfaltigkeit von Gestaltsverhältnissen, die ein mit derartigen Untersuchungen nicht Vertrauter kaum ahnen möchte. Es ist schon oben erwähnt worden, daß viele Gummiarten, Harze und andere ähnliche pflanzliche Rohstoffe Strukturverhältnisse darbieten, welche mit ihrer Entstehung im Zusammenhange stehen, oder organisierte Einschlüsse führen, welche sie den Organen jener Pflanzen, von denen sie abstammen, zu danken haben. Aber selbst abgesehen hiervon sind diese Körper nicht völlig gleichartig gebaut. Viele bergen eine größere oder geringere Menge bestimmt geformter mikroskopischer Kristalle, manche darunter sind fast nur aus kleinen Kriställchen gebaut, die dem freien Auge und selbst der Betrachtung mit der Lupe entgehen. Eine Zusammensetzung aus mikroskopisch wahrnehmbaren, verschiedenartigen Körperchen gehört bei dieser Kategorie von Rohstoffen nicht zu den Seltenheiten. So besteht z. B. das Gummigutt aus einer homogenen gummiartigen Grundmasse und überaus kleinen, in ungemein großer Menge darin eingestreuten Harzkügelchen.

Die Oberfläche mancher Harze zeigt bei Betrachtung mit freiem Auge eine charakteristische Struktur. Andere lassen bei mikroskopischer Untersuchung eine eigentümliche Struktur ihrer natürlichen Oberfläche erkennen, die stets verschieden ist von jener Struktur, welche die Bruchfläche derselben Harze darbietet. Diese Oberflächenbeschaffenheit mancher sonst gänzlich strukturlosen Pflanzenstoffe kann, wie wir sehen werden, mit Vorteil zur Charakteristik dieser Körper herangezogen werden.

Die Asche vieler Rohstoffe des Pflanzenreiches, namentlich einiger Rinden, Hölzer und Fasern führt morphologisch bestimmte Einschlüsse, welche für die Charakterisierung dieser Körper oft von entscheidender

---

1) In dem weiter unten zitierten Werke über Gummi und Harze.

Wichtigkeit sind. So läßt sich die gleich der Jutefaser stark verholzte, auch sonst mit dieser vielfach sehr übereinstimmende *Abelmoschus*-Faser durch die Asche unterscheiden: die Asche der ersteren ist kristallfrei, die der letzteren führt charakteristische, in der unverbrannten Faser als oxalsaurer Kalk, in der Asche als Kalk oder kohlensaurer Kalk auftretende Kristalle, welche bei der Veraschung ihre Gestalt im wesentlichen beibehalten haben. Wegen der kleinen Menge der in der Faser vorkommenden Kristalle ist der direkte Nachweis mit Zeitverlust verbunden, während in der zu Asche reduzierten Masse die Auffindung der Kristalle rasch erfolgen kann.

Manche in der Charakteristik der Rohstoffe verwertbare physikalische, chemische und auf mikroskopischem Wege zu ermittelnde Einzelheiten werden in den speziellen Teilen dieses Buches lehren, wie sich auch die verschiedenen naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden zur Unterscheidung dieser Körper fruchtbringend verwerten lassen. Aber schon die oben angeführten Beispiele und die bis jetzt erörterten Gesichtspunkte lehren deutlich, daß die botanische Forschungsmethode allerdings für eine wissenschaftliche Begründung der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches unerläßlich notwendig ist, daß dieselbe aber zur möglichst genauen Unterscheidung und Darlegung der Eigenschaften der pflanzlichen Rohstoffe nicht ausreicht, sondern auch die Handhabung anderer naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden hierzu erforderlich ist.

Auch werden schon die bis jetzt angestellten Betrachtungen die Vorstellung erwecken, daß es völlig unrichtig sei, wenn man, wie dies oft geschah, annähme, eine Rohstofflehre des Pflanzenreiches hätte keine Existenzberechtigung, oder läge doch in der Botanik selbst, so daß bloße botanische Kenntnisse das Studium einer vegetabilischen Rohstofflehre überflüssig machen würden. Weit entfernt zu behaupten, daß die Rohstofflehre des Pflanzenreiches selbst eine besondere Wissenschaft bilde oder zu bilden berufen sei, fasse ich sie dennoch als eine selbständige, praktischen Zwecken gewidmete Lehre auf, gleich der Technologie im engeren Sinne (Lehre von der mechanischen und chemischen Verarbeitung der Rohstoffe), der praktischen Geometrie, der Landwirtschaftslehre usw., als eine Lehre, welche ihre eigenen Ziele, nämlich eine möglichst genaue und allseitige Kenntnis der vegetabilischen Rohstoffe anstrebt, wenn sie dieselbe auch nicht nach selbständigen, sondern nach anderen, hauptsächlich den reinen Naturwissenschaften aber wie sich gleich zeigen wird, auch den technischen Disziplinen entlehnten Methoden zu erreichen strebt.

Daß eine technische Rohstofflehre über das Gebiet der Naturwissenschaften hinausreichen muß, liegt ja schon im Namen dieser Disziplin: sie muß notwendigerweise in vielfacher Beziehung zu den technischen Wissenschaften stehen, ist sie ja doch selbst eine technische Disziplin.

Ihrem Hauptcharakter nach ist sie geradezu die Vermittlerin zwischen der organischen Naturgeschichte und der Technik, wie etwa die chemiche Technologie die Vermittlerin zwischen der Chemie und den chemischen Gewerben ist. Bezüglich jener Fabrikate, welche sie zu beschreiben hat — ich nenne als charakteristische Beispiele: Indigo und Holzschliff —, muß sie wissen, durch welche Prozeduren diese Körper dargestellt wurden, und in jedem Falle muß die Rohstofflehre anzugeben wissen, zu welchem technischen Zwecke ihre Objekte dienen, denn vornehmlich hieraus läßt sich ihre Bedeutung ableiten.

Zu demselben Zwecke muß auch die Statistik und müssen die Hauptmomente der Handelsverhältnisse der Rohstoffe in der Lehre von den Rohwaren Berücksichtigung finden.

Einige Hauptmomente aus der Kultur jener Gewächse, welche Rohstoffe darbieten, werden zum Verständnis der Art und Bedeutung der letzteren und zur Vervollständigung der zu entwerfenden Bilder der wichtigeren Rohstoffe wohl auch hervorzuheben sein. Ein tieferes Eingehen in diese Materie kann aber nicht Aufgabe der Rohstofflehre sein. Hier wird es genügen, auf die diesen Gegenstand behandelnden Quellen hinzuweisen. Über die Agrikultur der gemäßigten Zone liegt schon längere Zeit hindurch eine reiche Literatur vor. Während sich früher Angaben über die Kultur tropischer Nutzpflanzen schwer finden ließen, nämlich sich in Büchern über Warentausch, in Reisewerken verbargen, ist die tropische Agrikultur in neuester Zeit zu einer gut gepflegten landwirtschaftlichen Disziplin herangediehen, in der man erforderlichenfalls die gewünschten Aufschlüsse findet[1]).

Endlich wird wohl auch die Geschichte der Rohstoffe nicht unbeachtet bleiben dürfen. Was ein bestimmter Rohstoff ist rücksichtlich seiner Verwendung, seiner Bedeutung als Industrieobjekt oder als Handelsgegenstand, das ist er im Laufe der Zeit geworden. Die Linie seiner Bedeutung kann eine aufsteigende oder eine absteigende sein. Schon die Perspektive über seine zukünftige Bedeutung erfordert die Kenntnis dieser Linie. Die Geschichte der in das Leben der Völker eingreifenden Rohstoffe bildet einen wichtigen Bestandteil der Kulturgeschichte. Bruchstücke einer Geschichte der Rohstoffe liegen bereits vor, namentlich aus neuerer Zeit[2]). Aber das meiste bleibt doch der Zukunft vorbehalten,

---

1) S. oben p. 7.

2) Wertvolle Beiträge zu einer Geschichte der Rohstoffe des Pflanzenreiches wird man u. a. in Ungers Botanischen Streifzügen auf dem Gebiete der Kulturgeschichte (Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien, Bd. XXIII, 1857) finden, ferner in dem bekannten Werke Hehns: Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergange aus Asien nach Griechenland und Italien. 6. Auflage. Neu herausgegeben von O. Schrader. Berlin 1894. In dieser neuen Auflage haben

was um so weniger wundernehmen kann, als ja selbst die Geschichte der Medizinaldrogen noch sehr unvollkommen erforscht ist, wie der beste Kenner der gesamten pharmakognostischen Literatur, Flückiger[1]), der ja selbst wichtige Beiträge zu diesem Gegenstand geliefert hat, hervorhebt. Und doch ist das historische Interesse an den Heilstoffen älteren Datums als das, welches sich an die gewerblich benutzten Rohstoffe knüpft; auch sind die Medizinaldrogen überhaupt seit viel älterer Zeit Gegenstand der wissenschaftlichen Untersuchung als jene Materialien, welche in den Gewerben und der Industrie Verwendung finden. Was die Geschichte der Pharmakognosie[2]) geleistet, kommt zum Teil auch der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches zugute, nämlich die historischen Daten über solche Körper, welche Heilstoffe sind oder waren und nunmehr zu industriell verwerteten Rohprodukten gehören, wie z. B. über Mastix, Drachenblut, Indigo, Blauholz u. v. a. Soweit verläßliche historische Daten vorliegen, sollen dieselben, namentlich bei Abhandlung wichtiger Rohstoffe, in den folgenden Kapiteln in Kürze vorgeführt werden.

Die hier versuchte Darlegung der in der technischen Rohstofflehre zu lösenden Aufgaben leitete zu jenen Wissenszweigen, welche unserer Disziplin zugrunde liegen. Indem man das Ineinandergreifen dieser Wissenszweige zum Zweck einer gründlichen Kenntnis des von der Pflanzenwelt den technischen Industrien dargebotenen Rohmateriales betrachtet, erhält man ein Bild, welches unter allen anderen Wissensgebieten mit jenem Bilde, welches die Pharmakognosie des Pflanzenreiches darbietet, die größte Ähnlichkeit hat. In der Tat hat sich auch die technische Rohstofflehre vielfach nach dem Vorbilde der Pharmakognosie ausgebildet[3]). Die Bearbeitung des Stoffes ist in beiden Disziplinen die gleiche, nur die Materie ist verschieden: hier die medizinisch, dort die technisch verwendeten Rohstoffe[4]). Immer mehr gewinnen die industriell verwerteten Rohstoffe gegenüber den medizinisch benutzten an Bedeu-

die Studien Hehns durch A. Engler, vom botanischen Standpunkte aus, manche Berichtigung und Ergänzung gefunden. S. ferner die neueste (achte) Auflage dieses Werkes, 1911, woselbst die botanischen Anmerkungen von Engler in Gemeinschaft mit Pax verfaßt sind.

1) l. c., p. 15.

2) Wertvolle Beiträge zur Geschichte der Medizinaldrogen bringt die im Erscheinen begriffene, oben bereits zitierte Pharmakognosie von Tschirch (s. oben p. 4).

3) S. hierüber Flückiger und Tschirch, l. c., p. 6.

4) Sehr anziehend hat Flückiger (l. c., p. 7) das Verhältnis der Pharmakognosie zu ihren Hilfswissenschaften ausgedrückt, indem er sagt: »Die Pharmakognosie ist keineswegs ein scharf begrenzter Wissenszweig, sondern darin liegt eben das Wesen und wohl auch der besondere Reiz des Faches, daß es die Hilfsmittel verschiedener Disziplinen zu dem einen Zweck gründlicher Kenntnis der Rohstoffe des Arzneischatzes oder sonst vom Standpunkte der Pharmazie aus wichtiger Pflanzenteile oder Produkte verwertet.«

tung und es werden zudem die letzteren durch industrielle Auswertung der in ihnen enthaltenen wirksamen chemischen Individuen — man erinnere sich beispielsweise an die fabrikmäßige Darstellung des Chinins aus den Chinarinden, der Opiumalkaloide aus dem Opium — vielfach in technisch wichtige umgewandelt. Schon jetzt kann man das riesige Emporblühen der technischen Rohstofflehre gegenüber ihrer älteren Schwester, der Pharmakognosie, erkennen oder doch voraussehen.

Ich gehe nun daran, einige einleitende Bemerkungen über die Pflanzen und Pflanzenteile, welche uns Rohstoffe für die Gewerbe liefern, dem speziellen Teile dieses Buches vorauszuschicken. Man erwarte an dieser Stelle keine systematische Übersicht über das Gewächsreich, über die geographische Verbreitung und über die morphologischen Verhältnisse der Pflanzen. Die Elemente der Systematik, Pflanzengeographie und Morphologie der Pflanzen müssen wohl bei dem Leser dieses Werkes vorausgesetzt werden. Sollte er indes diese Kenntnisse nicht besitzen, so wird er sich wohl durch die vorhandenen literarischen Hilfsmittel der Botanik in den Stand setzen können, solche zu erwerben. Die hier folgenden Mitteilungen haben bloß den Zweck, einige allgemeine Gesichtspunkte über die Verbreitung der technischen Nutzpflanzen, über die natürlichen Pflanzenfamilien, denen letztere angehören[1]), und über die in der Natur der Pflanze und ihrer Teile (Organe, Gewebe, Zellen und Zellinhaltsstoffe[2])) gelegene Verwendung für unsere Bedürfnisse zu gewähren. Genauere Orientierungen hierüber werde ich in jedem der folgenden Kapitel den Abhandlungen über die Rohstoffe voranschicken.

Der Verallgemeinerung wert erscheint zunächst die lange Reihe von Wahrnehmungen über den Zusammenhang zwischen der Hervorbringung bestimmter Rohstoffe und dem botanischen Charakter der dieselben liefernden Stammpflanzen. Bekannt ist es, daß nur bestimmten Pflanzenfamilien baumartige Gewächse angehören und mithin nur Pflanzen dieser

---

1) In Bezug auf diese Gegenstände verweise ich namentlich auf das große, von Engler und Prantl ins Leben gerufene Werk: »Die natürlichen Pflanzenfamilien«. Leipzig, Engelmann. 1887—1909. Auch Luersens »Handbuch der systematischen Botanik«. Leipzig. Bd. I (1879), Bd. II (1882), viel kürzer als die »Pflanzenfamilien« gefaßt, leistet noch gute Dienste. Doch wird man bei eingehenden Studien vielfach auf Originalabhandlungen zurückgreifen müssen.

2) Über die organographischen Verhältnisse s. die beiden eben genannten Werke; speziell über die anatomischen Verhältnisse s.: de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. van Tieghem, Traité de botanique. Paris 1884. Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie. Bd. I. Wien 1889. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig 1909. Strasburger, Das botanische Praktikum. Jena. 3. Aufl. 1897, 5. Aufl. 1913. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 5. Aufl. Wien 1906.

Familien Holz liefern. Ebenso bekannt ist es, daß die Harz liefernden Gewächse nur wenigen natürlichen Familien angehören, von denen die *Papilionaceen*, *Amyrideen*, *Euphorbiaceen*, *Dipterocarpeen*, *Umbelliferen* und *Coniferen* die wichtigsten sind. Derselbe Nachweis läßt sich fast für alle Rohstoffgruppen führen und findet teils in einer gewissen Übereinstimmung im chemischen Charakter, teils in der anatomischen Ähnlichkeit botanisch ähnlicher Pflanzenformen seine genügende Erklärung. Wir sehen, wie der Kautschuk, die Guttapercha, die bassorinreichen, zerasinreichen, arabinreichen Gummiarten und viele andere Rohstoffe sich nur auf verhältnismäßig wenige, im großen ganzen betrachtet, entweder systematisch sich ziemlich nahestehende oder nur wenigen systematischen Kreisen angehörige Stammpflanzen zurückführen lassen, und selbst die Gespinstpflanzen, welche im großen Maßstabe brauchbare Fasern liefern, sich eigentlich auf verhältnismäßig wenige Familien verteilen. Gewisse Pflanzenstoffe weisen allerdings eine außerordentlich große Verbreitung im Pflanzenreiche auf, wie die Stärke, die Fette; und die Möglichkeit, selbe aus den zahlreichen und höchst verschiedenen Pflanzen darzustellen, ist allerdings vorhanden; nichtsdestoweniger hat die Erfahrung doch gelehrt, daß sich nur verhältnismäßig wenige darunter zur praktischen Ausnutzung eignen, und wieder zeigt sich die Erscheinung, daß es die Pflanzen bestimmter Familien sind, denen diese Eignung zukommt.

Wenn wir einen Blick auf die anatomische Zusammensetzung der Pflanzen werfen und von den so überaus einfach gebauten Pilzen, Flechten und Algen absehen, so tritt uns bekanntlich die Tatsache entgegen, daß alle Organe dieser Pflanzen eine große Übereinstimmung im histologischen Bau erkennen lassen. Wir sehen, daß jedes ihrer Organe ein Hautgewebe besitzt, welches die Blätter stets, die Stengel und Wurzeln nur so lange, als sie in die Länge wachsen, als Oberhaut umgibt, in späteren Entwicklungsstadien aber als Periderm (Korkgewebe, Borke usw.) ausgebildet ist; daß ferner ein meist parenchymatisches Grundgewebe vorhanden ist, in welchem die vorwiegend aus fibrosen Elementen zusammengesetzten Gefäßbündel (Fibrovasalstränge) eingebettet sind.

Obgleich sich die Oberhaut, welches Gewebe gewöhnlich nur aus einer einschichtigen Zellenlage besteht, von vielen Pflanzenteilen gut ablösen läßt, so hat sie fast keinerlei Benutzung gefunden. Die geringe Festigkeit infolge ihrer oft außerordentlichen Dünnheit ist wohl die Ursache, daß sie nicht zu gewissen mechanischen Zwecken benutzt werden kann, und die Geringfügigkeit ihrer Masse bringt es mit sich, daß man nicht versuchte, ihre Substanz auszunutzen, wozu indes ihr sehr einförmiger chemischer Charakter auch wenig Gelegenheit gegeben hätte. Die Verwendung der Oberhaut beschränkt sich fast nur darauf, daß

manche Stengel oder Blätter mit sehr scharfer, kieselsäurereicher Oberhaut zum Polieren und zum Scheuern verschiedener Metallgeräte Verwendung finden, so bei uns die Stengel von *Equisetum arvense L.* und *E. hiemale L.* (»Polierheu«, »Scheuerkraut«), auf Ceylon die Blätter von *Delima sarmentosa L.*, in Japan die Blätter von *Deutzia scabra Thunb.* und *Prunus aspera Thunb.*, in Cochinchina die Blätter von *Ficus politoria Lour.* Die Oberhaut der zu solchen Zwecken verwendeten Pflanzenteile muß sich durch besondere Härte auszeichnen[1]). — Daß gleich dem Parenchym mancher zum Färben benutzter Blumenblätter häufig auch deren Oberhaut Farbstoffe führt und so Material für die Farbstoffgewinnung abgibt, ist kaum der Erwähnung wert. Von anderen Hautgeweben wäre nur anzuführen, daß das Periderm von einigen wenigen baumartigen Gewächsen in seiner Ausbildung als Kork technisch verwendet wird. Auch jene zumeist kompliziert gebauten Formen des Periderms, die man im gewöhnlichen Leben als Borke bezeichnet, finden keine nennenswerte praktische Verwendung. Vielen Rinden, welche medizinisch oder technisch verwendet werden, z. B. der Eichenspiegelrinde, haftet allerdings außen Periderm an; allein es bildet nur ein wertloses Adhäsionsprodukt, welches an den anderen Rindenbestandteilen haften blieb, weil es sich eben nicht leicht entfernen ließ, und seine Anwesenheit die Verwendbarkeit der Rinde nicht herabsetzt.

Das Grundgewebe der Pflanzen wird nur in seltenen Fällen zu mechanischen Arbeiten verwendet, wenn es nämlich ganz und gar einen sklerenchymatischen Charakter an sich trägt oder überhaupt aus dickwandigen Zellen besteht und zudem eine voluminöse dichte Masse bildet. So verwendet man das dichte Sameneiweiß (Keimnährgewebe) von *Phytelephas* (*Elephantusia*) *macrocarpa Ruiz et Pav.* als vegetabilisches Elfenbein, das Sameneiweiß mehrerer Palmen unter den verschiedensten Namen zu Dreharbeiten aller Art. Auch die vorwiegend aus sklerenchymatischem Grundgewebe bestehenden Steinschalen vieler Früchte und Samen finden eine ähnliche Verwendung. Parenchymatisches Grundgewebe findet nur in seltenen Fällen eine Benutzung, z. B. das Mark einiger Agaven als Ersatzmittel für Kork, das Mark der *Aralia papyrifera* zur Erzeugung von einer bestimmten Sorte chinesischen Papiers. Das Grundgewebe

1) Auf meine Veranlassung hat Frl. Dr. Emma Ott im Wiener pflanzenphysiologischen Institut eine Untersuchung über die Härte vegetabilischer Gewebe angestellt und gefunden, daß die Oberhaut der Blätter von *Deutzia scabra* in der Härte dem Kalzit gleichkommt, desgleichen die Oberhaut von *Equisetum litorale*, aber die Oberhäute von *E. hiemale* und *Telmateja* in der Härte sogar an den Flußspat heranreichen. Hingegen haben die Oberhäute von *E. arvense*, *palustre* und *limosum* bloß die Härte des Kupfervitriols, sind also nicht so hart wie die Oberhaut von *E. litorale*. (E. Ott, Österr. bot. Zeitg. 1900.)

der Pflanzenorgane ist aber durch einen sehr mannigfaltigen chemischen Charakter ausgezeichnet, und fast alle die zahlreichen Pflanzenstoffe, welche uns die Chemie kennen lehrte, haben dort ihren Sitz. Hier finden sich die vegetabilischen Fette, die ätherischen Öle, Stärke, Zucker, die meisten Farbstoffe usw. aufgespeichert. Das Grundgewebe der Pflanzenorgane, also das Mark der Stämme, das Fleisch der Früchte und Wurzeln, das markige oder saftige Gewebe der Blätter, das Parenchymgewebe der Samen usw., wird vorwiegend chemisch ausgenutzt. Gerade umgekehrt verhält sich das Gefäßbündelgewebe, welches nur in seltenen Fällen chemisch benutzbar ist und in der Regel nur zu mechanischen Zwecken dient. Wohl haben die Farbstoffe der Farbhölzer vorwiegend in der Wand der Holzzellen und der histologischen Elemente des Holzkörpers überhaupt ihren Sitz, es dient hier also das Holz zur Gewinnung von Farbstoffen. Es sind dies aber nur Ausnahmen, denen sich nur wenige ähnliche Fälle anreihen lassen; denn die Farbstoffe, Gerbstoffe und andere Substanzen, die wir aus Rinden und selbst aus deren Gefäßbündelanteilen (Phloëm) darstellen, kommen hier nicht in Betracht, indem alle diese nutzbaren Stoffe in der Regel nicht in den Zellhäuten, sondern im Zellinhalte der parenchymatischen Anteile dieser Gewebe und Gewebsgruppen auftreten. Der Bastteil vieler dikotyler Gewächse dient teils als solcher als Flecht- und Bindematerial oder zur Herstellung von Matten, teils durch Zerlegung in mehr oder minder feine Fasern als Gespinststoff. Der Holzteil dikotyler Bäume und Sträucher liefert das Holz, welches ja bekanntlich vorwiegend zu mechanischen Zwecken, in neuester Zeit im großartigsten Maßstabe in der Papierfabrikation (entweder als »Holzschliff« oder als »Holzzellulose«) verwendet wird. Das ganze Gefäßbündel der Blätter oder Stengel vieler monokotyler Pflanzen liefert ebenfalls mannigfaltig benutzte Fasern, die sich aber im allgemeinen mehr zu Seilerarbeiten als zur Herstellung von Gespinsten und Geweben eignen. Sehr bemerkenswert bleibt es, daß unter den zahlreichen, häufig in großer Menge und genügender Länge zu erhaltenden Pflanzenhaaren, welche vom histologischen Standpunkt aus betrachtet der Oberhaut zuzuzählen sind, nur ein einziges Rohmaterial existiert, welches allen jenen Anforderungen entspricht, die man an eine Gespinstfaser stellt, nämlich die Baumwolle, welche bekanntlich an Wichtigkeit alle anderen Spinnstoffe, die uns das Pflanzen- und Tierreich liefert, übertrifft. Die Samenhaare mancher Asclepiadeen und Apocyneen haben als »Fasern« allerdings einige Bedeutung erlangt; es gebricht ihnen aber an der nötigen Festigkeit, um gleich der Baumwolle als genügend brauchbarer Gespinststoff benutzt werden zu können. Die zahlreichen Samenhaare anderer Pflanzen haben sich als fast gänzlich wertlos für die Textilindustrie erwiesen; hingegen haben einzelne Produkte, insbe-

sondere der Kapok (die samenumhüllenden Fruchthaare von *Eriodendron anfractuosum*) als Füllmittel für Schwimm- und Rettungsgürtel, als Pflanzendunen usw., in neuester Zeit eine nicht unerhebliche technische Bedeutung erlangt. Daß das eine histologische Moment, der faserige Bau, noch nicht ausreicht, damit ein Gewebe oder Gewebsanteil als »Faser« verwendet werden kann, obgleich dies eben eine wesentliche Bedingung hierfür ist, und mithin nicht alle Pflanzenhaare und alle Baste dikotyler, alle Gefäßbündel monokotyler Gewächse zur Fasergewinnung verwendet werden können, sondern daß hierfür noch eine Reihe anderer Bedingungen erfüllt werden muß, wird in dem den Pflanzenfasern gewidmeten Kapitel eingehend dargelegt werden.

Die Ausnutzung des Parenchyms behufs Gewinnung der darin enthaltenen Stoffe erfolgt in eben so mannigfaltiger Weise, als die Substanzen, welche darin vorkommen, verschiedenartig sind. Die roheste Art der Ausnutzung ist die, daß man die parenchymreichen, bestimmte chemische Individuen enthaltenden Pflanzenorgane direkt verwendet, wie die Gerberrinden und zum Teil auch die Querzitronrinde. Doch bereitet man auch schon aus ersteren Extrakte, in denen der wirksame Bestandteil, hier der Gerbstoff, in einem weit konzentrierteren Zustande als im Rohstoff selbst vorkommt. Die Querzitronrinde wird jetzt schon sehr häufig extrahiert, und erst das so erhaltene Fabrikat kommt zum Färben in Anwendung. — Viele Rohstoffe des Pflanzenreiches werden, obschon die benutzten Bestandteile bereits fertig gebildet in ihnen vorkommen, ausnahmslos extrahiert, um die in ihnen enthaltenen Stoffe gewerblich verwenden zu können, so die Blätter des Gambirstrauchs, das Holz der *Acacia Catechu* usw. Die meisten der im Parenchym aufgespeicherten nutzbaren Pflanzenstoffe lassen sich durch Extrahieren mittelst Wassers gewinnen. Es sei hier an das Knoppernextrakt erinnert, welches gleich den verschiedenen Gerberrinden-Extrakten in der Lederfabrikation verwendet wird. Die Natur der Harze, welche in Geweben eingeschlossen sind, und die Natur und das Vorkommen der Fette in den Pflanzenzellen bringen es mit sich, daß das Ausziehen mit Wasser hier nicht zum Ziele führt. Von ersteren wird z. B. das Birkenharz durch Extrahieren mittelst Weingeistes gewonnen. Letztere werden in der Regel nur durch Auspressen oder durch Ausschmelzen mit Zuhilfenahme von heißem Wasser zu erhalten sein. Da die bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Fette (Öle) nur im Zellinhalte vorkommen und hier entweder eine die Zelle erfüllende, zusammenhängende Flüssigkeitsmasse bilden (ölhaltige Samen) oder im wässerigen Zellsaft in Form von Tropfen verteilt sind (Olive), welche Zellinhaltsmassen durch die Zellwände nicht hindurchgetrieben werden können, so ist leicht einzusehen, daß die Gewinnung von Ölen aus Pflanzenteilen eine desto ergiebigere sein wird, je vollständiger die Zertrümmerung

der Gewebe, sei es durch vorhergegangene mechanische Zerkleinerung, sei es durch späteres Pressen erfolgt. Die ältere Methode der Zerkleinerung fetthaltiger Pflanzenteile behufs Ölgewinnung durch Stampfen (Stampf- oder Schlagwerk) ist in neuerer Zeit durch die Anwendung von Quetschwalzen (auf Walzwerken) verdrängt worden. Auf dem Walzwerk werden die Ölsamen, wie der *terminus technicus* sehr bezeichnend lautet, »geöffnet«. Das Walzwerk zertrümmert nicht nur viel vollständiger als die Stampfe die Ölsamen, es gestattet auch, sehr kleine Samen, welche durch das alte Schlagwerk nur sehr unvollständig bezwungen werden konnten, zu »öffnen«. Talgartige Pflanzenfette können nur dann durch Pressung erhalten werden, wenn dieser Prozeß bei einer Temperatur vorgenommen wird, bei welcher dieselben flüssig sind[1]). Daß man die Fette auch durch Extraktion mittelst ihrer Lösungsmittel gewinnen kann, leuchtet wohl sehr ein, und es wird von dieser Gewinnungsmethode immer mehr und mehr Gebrauch gemacht. Wie zur Ausziehung von Pflanzenfetten wird auch für die fabrikmäßige Gewinnung der Pflanzenfette durch Extraktion vorzugsweise Schwefelkohlenstoff, in neuester Zeit auch Äther (mit einem Verlust von bloß 1 Proz. bei der Rückgewinnung des Lösungsmittels) benutzt. — Die Eigenschaften der ätherischen Öle und ihr Vorkommen in den Geweben der Pflanzen erlauben eine größere Mannigfaltigkeit der Gewinnungsweisen. Wenn sie reichlich in sehr wasserreichen Geweben, wie z. B. in manchen saftigen Früchten vorkommen, so können sie durch mechanische Absonderung erhalten werden. Fast in allen Fällen führt die Extraktion mittelst passender Lösungsmittel oder die Destillation der betreffenden Pflanzenteile mit oder ohne Zuhilfenahme von Wasser zum Ziele[2]). — Von allen im Parenchym der Pflanzen vorkommenden nutzbaren Stoffen ist es bloß die Stärke, welche sich durch einfaches Ausschwemmen aus den möglichst zerkleinerten Pflanzenteilen gewinnen läßt. Die relativ

---

1) Wenn es sich nicht um Herstellung feinerer Öle, z. B. Speiseöle, sondern um Gewinnung von Brenn- und Maschinenölen handelt, so wird zur Erzielung großer Ausbeuten auch bei Samen, welche bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Öle enthalten, eine warme Pressung vorgenommen. Mit der größeren Ausbeute ist aber eine geringere Qualtiät des Öls verbunden, da dasselbe bei erhöhter Temperatur verschiedene Substanzen auflöst, welche das Öl trüben, ihm einen unangenehm kratzenden Geschmack verleihen und ein solches Produkt als Speiseöl ungeeignet erscheinen lassen. S. hierüber die einschlägigen technologischen Werke.

2) Im speziellen Teile (Abschnitt Blüten) wird auf jene Ausnahmefälle hingewiesen werden, in welchen es weder durch Destillation noch durch Extraktion gelingt, gewisse ätherische Öle, z. B. die der Blüten von Veilchen und Tuberosen, praktisch zu gewinnen und ein besonderes Verfahren (Enfleurage) in Anwendung gebracht werden muß, um dieser flüchtigen Stoffe in einer für die Parfümerie passenden Form habhaft zu werden.

große Dichte der Stärkekörnchen gegenüber den anderen in den Parenchymzellen der stärkereichen Pflanzenteile gleichzeitig vorkommenden festen Bestandteile macht es möglich, diesen Körper durch Ausschwemmen und Absetzenlassen beziehungsweise durch Zentrifugieren von den übrigen Gewebsteilen in wünschenswerter Weise zu trennen. Bei der Darstellung der Stärke aus Knollen (Kartoffeln, Manihotknollen, Bataten usw.), Früchten (Bananen), aus dem Marke der Stämme (Sagopalme) erhält man auf diese höchst einfache Weise ein sehr reines Produkt; nicht so aus stärkereichen Samen, welche im Parenchymgewebe neben Stärke noch viel Kleber führen, dessen Dichte von jener der Stärke nicht sehr beträchtlich abweicht. Die Mittel, welche angewendet werden müssen, um die Stärke kleberfrei zu erhalten, bestehen teils in einer Zerstörung des Klebers, teils in einer eigentümlichen Darstellungsweise, die es mit sich bringt, daß bloß die Stärke in die ausschwemmend wirkende Flüssigkeit hineingeraten kann. In dem der Stärke gewidmeten Kapitel wird hierüber eingehend abgehandelt werden.

Die gummi- und harzhaltigen Flüssigkeiten und die Milchsäfte treten fast ausnahmslos freiwillig aus den Stammpflanzen hervor; häufig aber nur in sehr kleinen Mengen, so daß die Einsammlung der so entstehenden Rohstoffe sich nicht rentieren würde. Durch Anschnitt der betreffenden Pflanzenteile treten alle diese Flüssigkeiten in reichlicherer Menge hervor. Der Anschnitt muß in die, jene Flüssigkeiten produzierenden Gewebe hineinreichen, entweder in die äußere oder innere Rinde, manchmal sogar bis in den Holzkörper; aber auch die Schnittrichtung ist nicht gleichgültig. Immer ist es am rationellsten, die betreffenden Gewebe senkrecht zu durchschneiden; in welcher Richtung nun der betreffende Pflanzenteil zu durchschneiden ist, ist von vornherein nicht stets klar, hängt vielmehr von der Anordnung der Harz, Milchsaft usw. führenden Gewebe ab. So liefert z. B. die junge Mohnkapsel die größte Menge von Milchsaft, also auch von Opium, wenn sie durch Querschnitte verletzt wird.

Sehr merkwürdig verhalten sich manche harz- oder balsamliefernde Pflanzen (z. B. Storax), daß ihre harzigen Produkte erst nach erfolgter Verletzung bestimmter Pflanzenteile gebildet werden, indem erst durch den hierdurch bedingten mechanischen Angriff in pathologisch modifizierten Geweben die betreffenden harzigen Bestandteile entstehen.

Manche chemische Individuen sind in den Geweben der Pflanzen so außerordentlich verbreitet, daß man sie in den sogenannten strukturlosen Pflanzenstoffen nicht selten, in den strukturbesitzenden fast immer findet. Es dürfte nicht überflüssig sein, diese Körper hier anzuführen. Der Zellstoff (Zellulose) setzt, allerdings nicht ausschließlich, auch nicht gerade immer vorwiegend die Membran der Zelle zusammen,

fehlt aber in den Geweben der Phanerogamen nie und ist, allerdings in verschiedenen Modifikationen, der wesentliche Bestandteil jeder vegetabilischen Zellmembran, selbst jener der Pilzzellen. Nicht nur im Holze — wo er mit der noch so rätselhaften Holzsubstanz gemengt vorkommt — und in den Fasern, auch in Blättern, Blüten, Früchten, Samen, Wurzeln, Rhizomen, und zwar in allen ihren Geweben läßt sich stets die Gegenwart von Zellulose erweisen, freilich tritt sie manchmal nur in geringer Menge auf. Aber selbst in Gummiarten und Harzen, namentlich in solchen, welche durch chemische Metamorphose aus ganzen Geweben hervorgegangen sind, läßt sich nicht selten die Gegenwart dieses Körpers konstatieren. Der Holzstoff (Holzsubstanz, Lignin) hat eine außerordentliche Verbreitung im Pflanzenreiche. Ich habe durch Anwendung von schwefelsaurem Anilin, durch welches Reagens verholzte, d. i. Holzsubstanz enthaltende Pflanzengewebe gelb gefärbt werden, seine Gegenwart auch in vielen Bastzellen (z. B. in der Jutefaser), sehr häufig im Parenchym, in manchen Haaren (z. B. in der vegetabilischen Seide), zuerst nachgewiesen und später in der Anwendung von Phlorogluzin + Salzsäure, welche die verholzte Zellmembran violett färben, ein noch viel verläßlicheres Mittel zur Nachweisung der »Verholzung« der vegetabilischen Zellhaut gefunden, welches heute in der Pflanzenanatomie und in der Papieruntersuchung in allgemeiner Anwendung steht[1]). Für die Charakterisierung der Pflanzenfasern und zahlreicher vegetabilischer Rohstoffe ist der Nachweis der Verholzung oder die Konstatierung des nichtverholzten Zustandes der pflanzlichen Zellhäute von großer Wichtigkeit. Eingehende Beobachtungen haben mir die Überzeugung verschafft, daß die Holzsubstanz zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen gehört und von manchen Wassergewächsen abgesehen in den Gefäßbündeln und übrigens auch in anderen Gewebsbestandteilen aller Gefäßpflanzen vorkommt[2]).

Wie bekannt ist die Stärke ebenfalls außerordentlich im Pflanzenreiche verbreitet, und fast jede grüne Pflanze enthält in dem einen oder dem anderen ihrer Teile, stets oder zu gewissen Zeiten Amylum. Die große Konstanz, welche sich in der Morphologie der Stärkekörnchen

1) Die von mir in die Pflanzenanatomie eingeführten, zur Nachweisung der Verholzung dienenden oben genannten Reagentien lieferten die ersten positiven Reaktionen auf die Verholzung. Vorher hat man die Verholzung nur negativ und nur sehr unvollkommen durch Ausbleiben der Zellulosereaktion nach Anwendung von Chlorzinkjod und Eintreten derselben nach Vorbehandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure nachgewiesen.

2) Den Pilzen, Algen und Flechten, also allen Thallophyten fehlt die Holzsubstanz. Es ist aber in meinem Laboratorium von Gjokič (Österr. bot. Zeitung, 1895) auch gezeigt worden, daß die Holzsubstanz den Moosen fehlt. In den Gefäßbündeln der Gefäßkryptogamen (Pteridophyten) scheint sie aber regelmäßig vorzukommen.

bestimmter Pflanzen und Pflanzenteile zeigt, kann, wie der spezielle Teil dieses Buches lehren wird, sehr häufig in der Charakteristik von Pflanzenteilen, z. B. von Rinden, ja selbst Fasern usw. benutzt werden. In jugendlichen Geweben fehlen Zucker und Dextrin nie. In den Rohstoffen des Pflanzenreiches kommen sie außerordentlich häufig, wenn auch manchmal nur in kleiner Menge vor; und zwar nicht nur in Rohstoffen mit zelligem Bau, auch in strukturlosen Pflanzenstoffen, z. B. in manchen natürlichen Gummiarten. — Eine fast nicht minder große Verbreitung im Pflanzenreiche weisen die Gerbstoffe auf, und nicht nur in jugendlichen, sondern auch in alternden Geweben hat man ihre Gegenwart nachgewiesen. Die Gerbstoffe bilden allerdings keine einheitliche chemische Gruppe, wie etwa die Fette, welche sich durchaus als Glyzeride zu erkennen geben. Gerbstoff ist vielmehr ein empirischer, aber praktisch wertvoller Begriff, indem man alle jene Substanzen, welche die Haut in Leder verwandeln oder durch Leimlösung gefällt werden, als Gerbstoffe vereinigt. Diese Körper haben ferner die Eigenschaft, durch Eisenchlorid blau (eisenbläuender) oder grün (eisengrünender Gerbstoff) gefärbt zu werden. Es scheint, als würden sich hinter dem, was man bei histochemischen Nachweisen als eisengrünenden oder als eisenbläuenden Gerbstoff bezeichnet, und was man in allen Arten von Geweben, in Oberhaut, Parenchym, Sklerenchym, Kambium, selbst im Periderm- und Holzgewebe usw. aufgefunden hat, — häufig Querzetin, Querzitrin, Querzetinsäure und noch andere Körper verbergen. Die außerordentliche Verbreitung der Gerbstoffe im Pflanzenreiche erklärt uns nicht nur die große Zahl von Gerbmaterialien, sondern auch die große morphologische Verschiedenartigkeit derselben. Denn nicht nur Blätter, Rinden, Gallen und Wurzeln, sogar Holz und manche Früchte können zum Gerben verwendet werden; ja selbst gewisse Blüten (Gewürznelken) hat man in früherer Zeit ihres hohen Gerbstoffgehaltes wegen zum Schwarzfärben verwendet.

Die ungemein große Verbreitung des Chlorophylls (Chlorophyllfarbstoff) im Pflanzenreiche soll hier nicht unerwähnt bleiben. Viele Rohstoffe, welche junge Stengel oder Blätter repräsentieren, enthalten Chlorophyll. Aber auch in manche abgeleitete Rohstoffe geht dasselbe über, z. B. in manche Öle. Die grünen Olivenöle gehören zu den besten Sorten dieses Produktes. Sie enthalten Chlorophyll, welches sich darin durch die rote Fluoreszenz und spektroskopisch nachweisen läßt. Diese grüne Farbe wird manchmal geringen Olivenölen durch chemische Prozeduren verliehen, um ihnen das Aussehen echter, wertvoller, grüner Olivenöle zu verleihen, eine Verfälschung, welche sich durch das Ausbleiben der Fluoreszenzprobe und durch die Abwesenheit des spezifischen Chlorophyllspektrums nachweisen läßt.

Zu den allerverbreitetsten chemischen Individuen, welche im Pflanzenkörper vorkommen, gehören die Eiweißstoffe. Jede Pflanzenzelle führt Eiweiß zum mindesten in ihrem Protoplasma, und Protoplasmareste finden sich selbst in abgestorbenen Pflanzenzellen außerordentlich häufig vor. Aber auch in den Zellsäften sind Eiweißkörper häufig aufgelöst enthalten. Als Aleuron findet sich das Eiweiß in Form von Körnchen bestimmter Größe und Gestalt (Aleuronkörner, Proteïnkörner) in allen Samen, reichlich in allen fetthaltigen Samen vor. Manche Eiweißkörper (z. B. das Vitellin) treten in manchen Pflanzengeweben, häufig in Aleuronkörnern, in Form von Kristallen auf. Alle Eiweißkörper geben bestimmte Reaktionen, durch die man ihre Gegenwart auch mikrochemisch nachweisen kann[1]). — Auch die den Eiweißkörpern nahe stehenden ungeformten Fermente (Enzyme) finden sich in vielen Rohstoffen vor, vor allem in Samen, aber auch in manchen anderen wurden sie in neuester Zeit aufgefunden, z. B. in allen Gummiarten, in vielen, vielleicht allen Gummiharzen. Es ist im hohen Grade wahrscheinlich, daß diese Enzyme mit der Entstehung der Gummiarten und der Genesis der Gummiharze im Zusammenhange stehen. Die Enzyme verleihen den betreffenden Rohstoffen Eigenschaften, welche zur Charakteristik derselben häufig mit Vorteil herangezogen werden können.

Zu weitverbreiteten Pflanzenstoffen zählen ferner Fette, ätherische Öle, Harze und Farbstoffe. In jenen Rohstoffen, aus welchen diese Körper im großen dargestellt werden, treten diese Substanzen massenhaft auf, aber sie finden sich außerordentlich häufig auch in solchen Rohstoffen, welche ganz anderen Zwecken dienen, entweder als für die technischen Eigenschaften des betreffenden Rohstoffes ganz indifferente Begleitstoffe oder als Körper, welche bestimmte technische Eigenschaften des Rohstoffes bedingen. So sind, um nur ein bezeichnendes Beispiel zu erwähnen, die Zellhäute des Korkes mit einem talgartigen Fett durch und durch imprägniert, wodurch sich die Undurchdringlichkeit dieses Körpers für Wasser und manche andere Flüssigkeiten erklärt. In manchen Fällen lassen sich diese Begleitstoffe in der Charakteristik der betreffenden Rohstoffe mit Vorteil verwenden.

Endlich sei noch des oxalsauren Kalkes als häufigen Pflanzenbestandteils hier gedacht. Derselbe tritt nicht nur ungemein häufig in den Pflanzengeweben und in den vegetabilischen Rohstoffen auf; er nimmt in den verschiedenen Pflanzenarten und deren Geweben häufig eine bestimmte Kristallgestalt an, so daß diese Substanz dann für die Charakteristik der betreffenden Rohmaterialien (Rinden, Holzarten, Fasern usw. vgl. oben p. 15) einen diagnostischen Wert besitzt.

1) Über die Eiweißreaktion und deren Verläßlichkeit s. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 5. Aufl. Wien, Hölder, 1906, p. 21 und 224.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Chemie der Pflanzengewebe deuten darauf hin, daß die chemische Zusammensetzung der letzteren weit komplizierter ist, als aus den gewöhnlichen Massenanalysen der Pflanzenteile hervorzugehen scheint. Die vegetabilischen Rohstoffe, besonders die strukturbesitzenden, dürften deshalb von einer großen Zahl chemischer Individuen zusammengesetzt sein, wie auch alle sorgfältigen chemischen Untersuchungen von Pflanzenstoffen vermuten lassen, welche scheinbar nur aus wenig Gemengteilen bestehen. So enthält jedes kleinste Fragment einer verholzten Zellmembran neben Zellulose noch Vanillin, Koniferin, zwei oder mehrere Gummiarten, ferner einen bisher noch nicht näher definierten Körper, welcher sich durch Salzsäure gelb färbt, stickstoffhaltige Substanzen, darunter auch Eiweiß, und nach den Eigenschaften jenes Stoffkomplexes, den man als »Lignin« zusammenfaßt, gewiß noch andere organische Körper, endlich Mineralbestandteile, darunter, wie die Analysen des Holzes lehren, stets Sulfate, Phosphate, Chloride von Kalium, Kalzium, Magnesium und Eisen.

Es sollen nun die im Buche befolgte Anordnung des Stoffes und die Beweggründe, welche mich bei der Abgrenzung des abgehandelten Materiales leiteten, im kurzen dargelegt werden.

Für die Anordnung des Stoffes standen mir, wollte ich denselben in übersichtliche Gruppen zusammenstellen und nicht eine rein künstliche, etwa alphabetische Übersicht derselben geben, von vornherein zwei Wege offen; ich hatte nämlich die Wahl zwischen dem technologischen und naturhistorischen Einteilungsprinzip. Nach dem ersteren Prinzip wären die Rohstoffe gleicher Verwendung, nach dem letzteren die ihren naturgeschichtlichen Eigenschaften nach gleichen oder verwandten Körper in besondere Gruppen zusammenzufassen. Der erstere Weg hätte gewiß mancherlei Vorteile dargeboten und wäre es dem Technologen vielleicht recht erwünscht gewesen, alle Farbwaren oder Gerbmaterialien, welche uns das Pflanzenreich liefert, im Zusammenhange abgehandelt zu sehen; allein abgesehen von den vielen Unzukömmlichkeiten, welche bei Befolgung dieses Prinzips dadurch entstanden wären, daß sehr zahlreiche Rohstoffe mehreren Gruppen einzuverleiben gewesen wären, schien mir die Anordnung des Stoffes nach dessen natürlichen Merkmalen aus mehrfachen wichtigen Gründen den Vorzug zu verdienen. Es konnten auf diese Weise Rohstoffgruppen gestaltet werden, deren Bestandteile nicht nur eine große Zahl von natürlichen Eigenschaften gemeinschaftlich besitzen, sondern sich auch nach gleichartigen Methoden charakterisieren lassen. Durch die Wahl dieses Weges war es möglich, jeder dieser natürlichen Gruppen eine Einleitung voranzustellen, in welcher auf das Gemeinsame der chemischen, physikalischen und bota-

nischen Eigentümlichkeiten ihrer Bestandteile, auf deren Abstammung und Entstehung hingewiesen werden konnte. Es wurden so eine Reihe von Gesichtspunkten eröffnet, welche nicht nur der Übersichtlichkeit der abgehandelten Rohstoffe, sondern auch der Verständlichkeit des Ganzen gewiß nur zu gute kommen.

Ich habe in diesem Buche zuerst die strukturlosen Pflanzenstoffe, Gummi, Harze, Fette usw., und dann die strukturbesitzenden abgehandelt. Bei letzteren versuchte ich, soweit es anging, ohne der Anordnung zu großen Zwang anzutun, mit den Rohstoffen, welchen der einfachste organische Bau zukommt, zu beginnen, und zu immer komplizierteren Formen vorwärts zu schreiten. Aus praktischen Gründen habe ich die Fasern den Rinden und dem Holze folgen lassen, weil zum Verständnis der Fasern der Bau der Rinden und mit Rücksicht auf den »Holzstoff« der Papierfabrikation der Bau des Holzes eine notwendige Voraussetzung bildet. So erscheint also das Einteilungsprinzip nicht mit voller Konsequenz durchgeführt. Ich betrachte dies aber als einen geringen Mangel, denn die Zweckmäßigkeit der Anordnung wird doch mehr in der Bildung als in der Reihenfolge der natürlichen Gruppen gelegen sein.

Wie ich schon an einer anderen Stelle dieses Buches auseinandersetzte, so stellte ich mir in demselben im Vereine mit den Mitarbeitern nicht die Aufgabe, den gesamten, in aller Welt zu gewerblichen Zwecken benutzten Rohstoff des Pflanzenreichs abzuhandeln, sondern wir beschieden uns, den in der europäischen Industrie verwendeten möglichst vollständig zu bearbeiten, auf solche Rohstoffe, welche in der Folge voraussichtlich auch bei uns eine Rolle spielen dürften, je nach dem Einzelfall mit größerer oder geringerer Ausführlichkeit hinzuweisen, und von den übrigbleibenden nur Typen auszuwählen und diese etwas eingehender abzuhandeln. Im übrigen begnügten wir uns, die uns sonst bekannt gewordenen pflanzlichen, in den Gewerben benutzten Rohstoffe systematisch aufzuzählen, ihre botanische und geographische Provenienz und ihre Verwendung mit Angabe der über sie abhandelnden Literatur kurz zu skizzieren. Jene Rohstoffe, welche nach kürzerem oder längerem Gebrauche aus dem Verkehre verschwunden sind, habe ich, mit wenigen Ausnahmen, welche zu berühren mir aus mehrfachen Gründen passend schien, weggelassen. Die Mehrzahl dieser, indes gegenwärtig meist gänzlich interesselosen Körper ergibt sich durch einen Vergleich dieses Buches mit Böhmers weiter unten zu nennendem, für seine Zeit höchst vollständigem Werke von selbst. Es schien mir auch notwendig, aus der überaus großen Zahl von tropischen und subtropischen Nutzpflanzen, welche in neuester Zeit in hastigem Vorwärtsdrängen für die Gewinnung von Faserstoffen und anderen Rohstoffen in Vorschlag gebracht wurden, nur dasjenige

namhaft zu machen, was möglicherweise später mit Erfolg Verwendung finden dürfte.

Entwicklung der technischen Rohstofflehre. Die ersten Anfänge von auf gewerblich benutzte Rohstoffe bezugnehmenden Kenntnissen liegen begreiflicherweise weit zurück, lassen sich aber bei dem noch vielfach unvollkommenen Stande der Kulturgeschichte noch nicht genügend erkennen. Aber so viel ist gewiß, daß alle Völker der Erde, nachdem sie die primitivsten Stadien ihrer Entwicklung hinter sich hatten, bestrebt waren, verschiedene Produkte des Mineral-, Pflanzen- und Tierreiches, wie Steine, Holzarten, Pflanzen- und Tierfasern, Harze, Fette und andere von der Natur dargebotene Erzeugnisse des täglichen Gebrauches näher kennen und von anderen ähnlichen Objekten unterscheiden zu lernen. Rohe empirische Kenntnisse eigener und später auch fremder Gebrauchsgegenstände zeigen sich schon im Aufkeimen der Kultur jedes Volkes.

Die erste Entwicklung der Kenntnisse von den Rohstoffen zu verfolgen ist eine wenig verlockende Aufgabe, da es sich nur darum handeln könnte, aus unserem sehr mangelhaften Wissen über die Geschichte der Rohstoffe dasjenige herauszulesen, was auf die Unterscheidung der Rohmaterialen Bezug hat.

Unser Interesse an der Entwicklung der Rohstofflehre hebt erst dort an, wo das Bestreben sich kundgibt, die Rohstoffe nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu betrachten und eine zusammenfassende Darstellung dieser Produkte anzustreben.

Eine solche wissenschaftliche Bearbeitung und zusammenfassende Darstellung haben zuerst die medizinisch benutzten Rohprodukte der Naturreiche gefunden, sodaß die Rohstofflehre des Pflanzenreiches mit einer Lehre von den Arzneistoffen des Pflanzenreiches beginnt.

Der erste Anfang einer Pharmakognosie des Pflanzenreiches fällt in das erste Drittel des sechzehnten Jahrhunderts. Den Anstoß zu einer Organisierung dieser Disziplin gab Venedig, welches im Mittelalter den Drogenmarkt beherrschte. Von Venedig ging der Gedanke aus, einen pharmakognostischen Lehrstuhl, »Lectura Simplicium« zu schaffen, also eine Lehrstelle, welche den Zweck hatte, in das Studium der medizinisch benutzten Rohstoffe der Naturreiche, namentlich des Pflanzenreiches, einzuführen. Die Republik Venedig bestimmte im Jahre 1533, daß dieser Lehrstuhl auf ihrer Universität in Padua errichtet werde, und berief auf denselben den Arzt Francesco Buonafede[1]).

1) Flückiger und Tschirch, l. c., p. 31. Buonafede, »primus Simplicium explicator«, war nicht nur der erste Lehrer der Pharmakognosie oder, wenn man will, der Rohstofflehre; er errichtete auch den ersten botanischen Garten, welcher auf seinen Antrag im Jahre 1545 auf Beschluß des venezianischen Senates ins Leben gerufen wurde.

Die Pharmakognosie entwickelte sich weiter, blieb aber lange innerhalb ihrer natürlichen Grenzen und gab erst am Ende des achtzehnten Jahrhunderts den Anstoß zu einer allgemeinen Warenkunde, welche nicht nur die medizinisch, sondern auch die gewerblich benutzten Handelsprodukte — vornehmlich Rohstoffe — in ihren Bereich zog.

Aus dieser allgemeinen Warenkunde, in welcher die Pharmokognosie befruchtend auf die Lehre von den gewerblich benutzten Waren einwirkte, hat sich nach und nach die technische Rohstofflehre als selbständige Disziplin abgegliedert, wie, mit Bezug auf die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches, in den beiden folgenden Paragraphen näher auseinandergesetzt werden soll.

Entwicklung der Rohstofflehre des Pflanzenreiches vom Ende des 18. Jahrhunderts an bis zum Anfang der siebziger Jahre des 19. Jahrhunderts. Als das Bedürfnis, die Rohstoffe vom wissenschaftlichen Standpunkte aus und selbstverständlich mit Rücksicht auf ihre praktische Anwendung näher kennen oder doch wenigstens genauer unterscheiden zu lernen, erwachte, genügte es, daß einzelne, mit naturgeschichtlichen Kenntnissen ausgerüstete Männer die gesamte Bearbeitung aller praktisch verwerteten Rohstoffe, mochten sie dem Tier-, Pflanzen- oder Mineralreiche entstammt sein, in die Hand nahmen. Durch die Bemühungen dieser Gelehrten, deren Verdienst nicht verkannt werden sollte, wenn uns auch der Standpunkt, den sie einnahmen, heute gänzlich veraltet erscheinen muß, entstand die Naturgeschichte der Rohstoffe (*histoire naturelle des drogues*) oder, wie sie der deutsche Begründer dieses Gebietes nannte, die Warenkunde.

Dieses Bedürfnis erwachte aber erst, als der Handel sich ausbreitete und Produkte der verschiedensten Art, aus den verschiedensten Ländern dem Gewerbe und überhaupt dem Gebrauche im größeren Maßstabe zuführte. Als jene große Zahl von Waren, die man auch heute noch mit dem Ausdrucke der Kolonialprodukte belegt, in den Handel eintraten, sammelte man die verschiedenen Nachrichten über die Herkunft dieser Körper, die Erfahrungen über ihre Benutzung, die Namen, welche sie in den verschiedenen Ländern führten usw.; und so entstand, indem man diese Daten mit den analogen, an bei uns längst benutzten Stoffen gesammelten Erfahrungen verschmolz, die Warenkunde.

Am genauesten lernte man mit dem Fortschreiten auf diesem Gebiete, wie schon im vorhergegangenen Paragraphen näher auseinandergesetzt wurde, in allen diesen Beziehungen jene Handelskörper kennen, welche zu medizinischen Zwecken benutzt wurden; nicht so sehr deshalb, weil eine ungenügende Kenntnis derselben Verwechslungen zur Folge haben konnte, welche Leben und Gesundheit der Menschen hätten gefährden können, sondern vielmehr, weil sich mit diesen Stoffen Ärzte beschäftigten,

welche damals gewiß viel genauere naturwissenschaftliche Kenntnisse besaßen, als die Gewerbetreibenden, denen doch zum mindesten die empirische Ermittelung der Kennzeichen und Eigenschaften der technisch verwendeten Rohstoffe zufiel. Dieses Mißverhältnis im naturwissenschaftlichen Bildungsgrade jener Personen, welche naturgemäß die ersten praktischen Kenntnisse der Rohstoffe zu schaffen berufen waren, erklärt uns die jedenfalls sehr merkwürdige Erscheinung, daß die übrigens, wie wir bereits gesehen haben, auf weit zurückreichende Studien basierte pharmazeutische Warenkunde sich rasch entwickelte und alsbald als Pharmakognosie eine tiefe wissenschaftliche Begründung erfuhr, während der sich mit den gewerblichen Rohstoffen beschäftigende Teil der Warenkunde, obgleich ausgedehnter und eine entschieden wichtigere Materie beherrschend, in unvergleichlicher Weise zurückblieb.

Den ersten Versuch, auch das Gebiet der gewerblichen Waren gründlicher zu bearbeiten und durch Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden zum mindesten auf jene Höhe zu bringen, welche damals schon die pharmazeutische Warenkunde einnahm, unternahm Beckmann[1], welcher zweifellos als der Begründer der gewerblichen Warenkunde anzusehen ist, wie es nunmehr festgestellt ist, daß er auch als Begründer der Technologie angesehen werden müsse[2]). Alle von ihm herrührenden Abhandlungen über gewerblich benutzte Waren sind mit einer Gründlichkeit, mit einer so genauen Kenntnis der zu berücksichtigenden Literatur abgefaßt, daß sie auch heute noch zu dem Besten zählen, was die technische Warenkunde aufzuweisen hat. Vor allem verdient hervorgehoben zu werden, daß Beckmann alle jene, nicht gerade auf eigenen Beobachtungen aufgebauten, in seinen Arbeiten enthaltenen Angaben auf Quellen zurückführte, was leider seine Nachfolger unterließen. Durch Vernachlässigung der Literaturangaben verliert aber jede, ganz oder zum Teile auf fremden Beobachtungen und Erfahrungen beruhende Arbeit ihren Wert, weil die Angaben nicht kontrollierbar gemacht

---

1) Vorbereitung zur Warenkunde, oder zur Kenntnis der vornehmsten ausländischen Waren von J. Beckmann, Hofrat und Professor der ökonomischen Wissenschaften zu Göttingen. Göttingen 1793. J. Beckmann wurde geboren 1739 und starb 1811.

2) W. Exner, Johann Beckmann, der Begründer der technologischen Wissenschaften. Wien 1878. S. auch Wiesner, Die Beziehungen Beckmanns zu Linné in meinem Werke: Natur-Geist-Technik, Leipzig, W. Engelmann, 1910. Daselbst der Nachweis, welchen Einfluß Linné auf Beckmann ausgeübt und wie es kam, daß Beckmann infolge seiner universellen Bildung zuerst zum Professor der Weltweisheit nach Göttingen berufen wurde, später, die notwendig gewordene wissenschaftliche Durchdringung der praktischen Lehrzweige erkennend, zum Schöpfer der Technologie und Warenkunde und anderer angewandten Wissenszweige, die er als »ökonomische Wissenschaften« zusammenfaßte, wurde.

sind. Die Seichtheit der späteren warenkundlichen Literatur hat hauptsächlich in dieser Kompilationsweise ihren Grund. Beckmanns Werk über Warenkunde enthält eine Reihe lose zusammenhängender Abhandlungen über technische Waren des Tier-, Pflanzen- und Mineralreiches. Nach seiner eigenen Aussage bearbeitete er die einzelnen Materien je nach der sich ihm darbietenden Gelegenheit; und wenn auch keines der von ihm beschriebenen Objekte für Handel und Industrie bedeutungslos gewesen ist, so sollte das Werk doch kein systematisch durchgearbeitetes, alle wichtigeren Waren zur Sprache bringendes Ganze bilden. So wenig vollständig nun Beckmanns Werk über Warenkunde selbst für die damalige Zeit auch war, so enthält es doch, ich möchte sagen in unsichtbaren Linien die Grundzüge der Warenkunde; denn wenn man die in seinem Werke enthaltenen Abhandlungen genauer durchnimmt, so erkennt man, daß die Auswahl der abgehandelten Waren so getroffen wurde, daß fast alle Typen darin ihre Vertretung fanden.

Wenn man die Werke über Warenkunde zur Hand nimmt und kritisch durchgeht, welche nach Beckmanns bahnbrechender Arbeit bis etwa zur Mitte der siebziger Jahre des 19. Jahrhunderts geschrieben wurden, so muß man erstaunt sein über die geringen Fortschritte, welche dieses Gebiet in einem so langen Zeitraume, in welchem die Methoden naturwissenschaftlicher Forschung eine so außerordentliche Vervollkommnung erfuhren, machten. Die Zahl der Rohwaren und Fabrikate, welche in diesen Werken zur Sprache kommen, ist zwar enorm herangewachsen. Man gehe nur die bekannten Schriften von Schedel, Hauke usw. durch und beachte die große Reihe von Waren, welche darin beschrieben werden, vergleiche aber ihren Inhalt mit Beckmanns Werk und wird gewiß bald zur Einsicht kommen, daß durch die neueren Schriften wohl der Umfang des Gebietes außerordentlich gewonnen hat, nicht aber die Schärfe der Charakteristik und die Genauigkeit der Herleitung der Waren. Viele Angaben der genannten Werke lassen sich mit aller Bestimmtheit auf Beckmanns Arbeiten zurückführen. Doch läßt sich mit Leichtigkeit nachweisen, daß nicht alle Schriftsteller über Warenkunde sich die Mühe nahmen, auf Beckmanns klassische Arbeit zurückzugehen, vielmehr schrieb jeder seinem unmittelbaren Vorgänger nach und fügte noch mancherlei, was er eben zufällig in naturgeschichtlichen, chemischen oder technologischen Werken und in Journalen fand und das im näheren oder entfernteren Zusammenhange mit der abzuhandelnden Materie stand, meist ohne Kritik, manchmal ohne näheres Verständnis, stets ohne Quellenangabe hinzu. Wichtige Angaben über Abstammung von Waren, seit Dezennien in den Floren der Tropenländer enthalten, vermißt man selbst in den am Ende der hier ins Auge gefaßten Periode erschienenen Werken über Warenkunde und begegnet immer

und immer wieder den alten Irrtümern. Die in der Warenkunde so fruchtbringende mikroskopische Untersuchungsmethode wurde in den meisten dieser Werke gänzlich vernachlässigt; einzelne Werke nehmen bei Stärke, Fasern, Holz allerdings einige mikroskopische Kennzeichen auf, aber der Wert dieser Daten ist wohl nicht hoch anzuschlagen, da diese Charaktere durchweg ohne wissenschaftliche Deutung vorgetragen werden und nicht selten fehlerhaft sind. Ein großer Teil dessen, was diese Bücher über Warenkunde enthalten, hatte gar keinen spezifischen Wert, gehört nämlich gar nicht in diese Werke hinein. Ich meine die Beschreibung jener Pflanzen, welche Waren liefern. Die Warenkunde hat beispielsweise nicht die Aufgabe, die Baumwollpflanze, sondern die Baumwolle kennen zu lehren. Jeder, der sich für die technischen oder sonstigen Nutzpflanzen interessiert, wird in der so reichen botanischen und landwirtschaftlichen Literatur hierüber genügende Aufschlüsse erlangen.

Ich glaube nicht den Vorwurf zu verdienen, die Literatur über Warenkunde, wie sich dieselbe in dem genannten Zeitraume ausgebildet hat, ungerecht verurteilt zu haben, wenn ich ihr die wissenschaftliche Begründung und mithin auch den Wert für die Förderung der Rohstofflehre und der Technologie abspreche. Für den Kaufmann mag sie viel Belehrendes über Naturgeschichte und Technologie enthalten haben; ihm mögen die flüchtigen Beschreibungen der Waren auch genügt haben, und die Angaben der Verwendungsarten willkommen gewesen sein; einen wahren Nutzen für den wissenschaftlich gebildeten Techniker habe ich darin nicht erblicken können.

Die technologischen Werke und Abhandlungen aus der ins Auge gefaßten Periode stützen sich in dem, die technisch verwendeten Rohwaren betreffenden Teile freilich häufig auf die sehr oberflächlichen Daten der Warenkunde; es ist aber nicht zu verkennen, daß die chemische Seite dieses Gegenstandes häufig sehr sachgemäß durchgeführt, auch der mikroskopischen Charakteristik ein größeres Feld eröffnet wurde[1]). Manche Rohstoffe, welche nicht Handelsprodukte sind, und die deshalb die Warenkunde nicht abhandelt, wie Runkelrübe, Zuckerrohr u. v. a. sind, weil die Nötigung vorlag, sie von Grund auf zu beschreiben, häufig korrekt und dem heutigen Standpunkte der Naturwissenschaften ziemlich angepaßt, bearbeitet. Aber so reich die gesamte Technologie an genauen wissenschaftlichen Begründungen von Fabrikationsprozessen ist, und wie sehr auch der maschinelle Teil einzelner Fabrikationszweige sich vervollkommnet hat; die Lehre vom Rohstoff bildet keineswegs die starke Seite der Technologie. Obwohl ich glaube, daß mir alle wichtigeren innerhalb

1) S. z. B. Payen, Précis de Chimie industrielle. Kap. Stärke. Muspratts Chemie. Kap. Fasern usw.

des bezeichneten Zeitraumes erschienenen Werke über Technologie bekannt geworden sind, so habe ich darunter doch kein einziges gefunden, in welchem z. B. die für die textilen Gewerbe doch so wichtigen Pflanzenfasern auch nur in einer halbwegs genügenden Weise abgehandelt wären.

Ich gehe nun über zur Betrachtung der pharmakognostischen Literatur, um zu zeigen, welche Bereicherung aus ihr der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches erwuchs.

Wie sonderbar es auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so kann ich es doch nicht unterlassen, dem Gedanken Ausdruck zu geben, daß die Pharmakognosie oder, wie man die Lehre von den medizinisch benutzten Rohstoffen auch nannte, die pharmazeutische Warenkunde, für die Kenntnis der technisch verwendeten Pflanzenstoffe mehr geleistet hat als die gewerbliche Warenkunde und die Technologie, und zwar aus zweierlei Gründen: erstens, weil viele der medizinisch benutzten Rohstoffe auch eine technische Verwendung finden, wie arabisches Gummi, Terpentin, Elemi, Mastix, Kopaivabalsam, Katechu, Gambir, mehrere Stärkesorten, Eichenrinde usw., und die gründliche Bearbeitung, welche diese Körper durch die Forschungen der Pharmakognosten erfahren haben, auch der Lehre von den technischen Rohstoffen zugute kam, zweitens, weil die sorgfältige wissenschaftliche Bearbeitung, insbesondere die Charakterisierung der medizinisch benutzten Drogen auch für die methodische Bearbeitung der technischen Rohstoffe ein wahrhaft nachahmenswertes Vorbild darbot. Die Beschreibung und Charakterisierung der Chinarinden, wie sie von Weddel, Howard, H. Karsten, A. Vogl durchgeführt wurde, mag den Botaniker, welcher technisch verwendete Rinden bearbeiten will, lehren, wie man Rinden zu beschreiben habe, die von Schleiden, Berg und anderen durchgeführten Beschreibungen offizineller Wurzeln und Rhizome sind auch für die technische Rohstofflehre mustergültig. Flückigers Pharmakognosie des Pflanzenreiches, eine Zierde der Literatur der angewandten Naturwissenschaften, mag jeder, der das Verhältnis zwischen dem Geist der Pharmakognosie und dem der allgemeinen Warenkunde in dem genannten Zeitraume kennen zu lernen wünscht, zur Hand nehmen und mit dem verhältnismäßig besten Werke über letztere vergleichen; ich halte mich fest überzeugt, daß er dem abfälligen Urteile, welches ich über die Behandlung gewerblicher Waren abgeben mußte, nur zustimmen wird. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß die Pharmakognosten häufig auch Substanzen beschrieben haben, die, wie Quillajarinde, Kork, Kautschuk und andere, streng genommen mehr in das technische als in das medizinische Gebiet gehören. Durch die Beschreibungen dieser Körper hat die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches eine unerwartete Bereicherung erfahren, die umsomehr Beachtung verdient, als alle die

genannten Waren in den Werken über allgemeine oder gewerbliche Warenkunde und Technologie minder gründlich abgehandelt wurden. Es versteht sich von selbst, daß die Bearbeitung jener medizinisch benutzten Drogen, welche, wie etwa die Chinarinde, nunmehr auch, allerdings wieder für therapeutische Zwecke, fabrikmäßig verarbeitet werden und somit auch wichtige Gegenstände der technischen Rohstofflehre geworden sind, schon ohne weiteres der letzteren zugute kommt. Ohne daß weitere Untersuchungen über diese Körper angestellt zu werden brauchen, kann der Schriftsteller über technische Rohstofflehre die Resultate der pharmazeutischen Forschung in seine Arbeiten aufnehmen und braucht aus dem reichem Materiale nur dasjenige auszuwählen, was für den Techniker wissenswert ist.

Ich wende mich nun der botanischen Literatur zu, um zu zeigen, welche Ausbeute dieses große Gebiet der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches in dem hier zu behandelnden Zeitabschnitte dargeboten hat.

Es ist wohl kaum nötig, genauer zu erörtern, daß die pflanzliche Rohstofflehre von den Fortschritten der Botanik fast gänzlich abhängig ist, indem sie ja auf dieser Wissenschaft fußt. Es wurde schon oben erörtert, wie wichtig die Kenntnis jener Pflanzen, welche Materialien für unsere Gewerbe liefern für die Rohstofflehre ist. Will man Pflanzenteile beschreiben, so müssen doch zuerst die Pflanzen selbst beschrieben sein. Die botanische Kenntnis der Nutzpflanzen ist als Hilfsmittel für die Rohstofflehre um so wichtiger, als die Antwort auf die Frage: was für ein vegetabilischer Rohstoff ist dieser oder jener fragliche Körper, sich nicht präziser als durch Angabe der Pflanze und des Pflanzenteiles, von welchem er abstammt, geben läßt. Unsere ganze Kenntnis von diesen Rohstoffen hinge in der Luft und wäre nimmer zu einer exakten Lehre zu gestalten, wenn die Stammpflanzen systematisch nicht fixiert wären. Mit den Nutzpflanzen als solchen hat aber die Rohstofflehre nichts zu schaffen. Für letztere genügt es völlig, wenn die Pflanze, welcher ein Rohstoff entstammt, ausgemittelt ist. Sollte dennoch zur Lösung mancher Frage die Beschreibung einer Stammpflanze erwünscht sein, dann hat man sich hierin an die beschreibende Botanik zu wenden, welche hierüber gewiß die bestmöglichen Auskünfte geben wird. Die Beschreibung von Nutzpflanzen ist in Werken über Warenkunde und technische Rohstoffe, wie schon oben erwähnt wurde, gar nicht am Platze, und es wäre nur zu wünschen, daß die Lehr- und Handbücher über Warenkunde, welche mit Beschreibungen dieser Gewächse überladen sind, sich dieser höchst überflüssigen Zutat entäußern möchten.

Welche Wichtigkeit die durch die neueren Forschungen so ausgebildete Morphologie der Organe, Gewebe, Zellen und Zellinhaltsstoffe

der Pflanzen, also die Anatomie und Histologie der Pflanzen, für die Charakterisierung und Beschreibung der strukturbesitzenden, zum Teil auch der für strukturlos gehaltenen rohen Pflanzenstoffe besitzt, ist schon oben genügend erörtert worden. Nach dieser Richtung hat die Botanik der vegetabilischen Rohstofflehre außerordentlich vorgearbeitet, so daß man sich wahrhaft wundern muß, in welch geringem Umfange man, abgesehen von der neuesten Zeit, von diesen Teilen der Botanik in der Lehre von den pflanzlichen Rohstoffen Gebrauch macht.

Die Botanik nützt der Rohstofflehre nicht nur indirekt durch ihre Systematik und durch ihre Methode; sie bringt ihr auch einen Schatz von positiven Kenntnissen entgegen, nämlich Beobachtungen über Abstammung von Rohstoffen. Beinahe alles, was wir über die botanische Herleitung dieser Körper wissen, haben wir den Bemühungen der Botaniker zu danken. Freilich kann unmöglich verkannt werden, daß die Stammpflanzen der Medizinaldrogen bis jetzt genauer ausgemittelt wurden, als jener Gewächse, welche die Gewerbe mit Rohmaterialien versorgen. Es liegt dies aber in den persönlichen Verhältnissen der Autoren. Die in fremden Ländern reisenden Botaniker waren zumeist Ärzte, oder doch Personen, deren Studiengang sie mehr mit den Bedürfnissen der Medizin als der Technik bekannt machte. Viele Florenwerke über jene gesegneten Länder, welche der europäischen Industrie wichtige Pflanzenstoffe zuführen, sind reich an Beobachtungen über die Abstammung der letzteren. Manche Autoren dieser Werke mit weitem, über die einfache Beschreibung der Pflanzen hinausgehendem Blick haben durch ihre Beobachtung auch die Pflanzengeographie und andere Zweige der Botanik gefördert; und gerade bei diesen Autoren, denen auch die Kulturgeschichte vielfache Bereicherung verdankt, findet man sehr wertvolle Aufzeichnungen über die Abstammung von technisch verwendeten Pflanzenstoffen. Bekannt dürfte es sein, daß die berühmten Reisewerke Humboldts und Bonplands manche Aufklärung in dieser Richtung enthalten. Von älteren floristischen Arbeiten, welche reich an Angaben über technische Nutzgewächse sind, hebe ich nur die wichtigsten Werke Loureiros, Thunbergs, Aublets, Rumphius, Pallas, von späteren und neueren die Werke und Abhandlungen von Roxburgh, Martius, Royle, Miquel, Junghuhn, Schweinfurth hervor, zahlreicher anderer hier nicht zu gedenken, über deren Leistungen für die botanische Herleitung der Rohstoffe der spezielle Teil dieses Buches genügend berichten wird. Alle jene Floristen, welche Aufklärungen über diesen wichtigen Gegenstand gegeben haben, bereicherten die Kenntnis der Rohstoffe mit Angaben über die Gewinnungsweise derselben. Wenn man die in den berührten Werken enthaltenen Daten über Abstammung und Gewinnung der technischen Rohstoffe des Pflanzenreichs mit dem vergleicht, was

die Schriftsteller über allgemeine Warenkunde in den, den gewerblichen Waren gewidmeten Teilen hierüber vorgebracht haben, so gelangt man zu der Überzeugung, daß sich unter ihnen kein einziger fand, der sich die Mühe gegeben hätte, die botanische Literatur für die Warenkunde nutzbar zu machen.

Ich möchte an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, daß zahlreiche floristische Werke und Abhandlungen aus der in Rede stehenden Periode über Länder, welche der Industrie viele und wichtige Rohstoffe liefern, existieren, welche in Bezug auf Abstammung und Gewinnung dieser Körper leider nichts enthalten.

Ich will nun die Aufmerksamkeit auf jene Botaniker lenken, welche das ganze Gebiet der pflanzlichen Rohstofflehre systematisch zu bearbeiten strebten. Wenn ich von kleinen populären Schriften einzelner Botaniker absehe, welche Beschreibungen und Zusammenstellungen von technischen Pflanzenstoffen geben, die sich über die gewöhnliche Literatur der Warenkunde nicht erheben, so habe ich rücksichtlich jener Periode, welche ich hier im Auge habe, meines Wissens in dieser Richtung bloß drei Männer zu nennen, nämlich Gleditsch, Böhmer und Duchesne. Gleditsch, bekanntlich ein ausgezeichneter Botaniker des achtzehnten Jahrhunderts hat nebst mehreren Arbeiten über gewerbliche Benutzung der Pflanzen auch eine für die damalige Zeit sehr vollständige Zusammenstellung aller gewerblich und medizinisch benutzten Gewächse gegeben. Eine viel ausgedehntere Arbeit über die technischen Rohstoffe des Pflanzenreiches verdanken wir einem jüngeren Zeitgenossen Gleditschs, dem ebenfalls bekannten und geschätzten Botaniker Georg Rudolph Böhmer, welcher in seiner technischen Geschichte der Pflanzen[1]) ein die damalige botanische und technische Literatur vollständig beherrschendes, für die Warenkunde gleich epochemachendes Werk lieferte, wie Beckmanns oben genannte Reihe von Abhandlungen. Böhmer ist der einzige Botaniker, welcher den Forderungen der Technologie durch Bearbeitung des gesamten vegetabilischen in den Gewerben benutzten Rohstoffes vollkommen gerecht wurde. Das bezeichnete Werk wird in der Rohstofflehre des Pflanzenreiches immer in erster Linie genannt werden müssen als bleibendes Denkmal dafür, daß schon frühzeitig ein Botaniker die Wichtigkeit einer selbständigen Bearbeitung dieser Materie erkannte und in einer dem damaligen Standpunkte der Pflanzenkunde vollständig entsprechenden Weise durchführte. Während ich die Literatur der Warenkunde für meine Arbeiten nicht nutzbar zu machen vermochte, hat mir Böhmers meisterhafte und sorgfältige, gänzlich in Vergessenheit geratene Arbeit bei der Abfassung der ersten Auflage

1) Leipzig 1794. 2 Bde.

dieses Werkes reichen Nutzen gewährt, und wenn auch im Verlaufe der Jahre die der Industrie zugeführten Rohstoffe des Pflanzenreiches sich sehr vermehrten und sich auch die Methode der morphologischen Untersuchung in einer Weise vervollkommnete, wie sie Böhmer kaum ahnen konnte, so gab mir doch das Studium seines Werkes viele Anhaltspunkte zu weiteren Nachforschungen, sowohl was die Abstammung als Charakteristik und Physiographie der Rohstoffe betrifft. Böhmer führt beispielsweise mehr als fünfzig verschiedene Pflanzenfasern auf, darunter mehrere, welche in neuerer Zeit für die europäische Industrie von großer Bedeutung geworden sind und dennoch in den meisten Büchern über Warenkunde entweder ganz unberücksichtigt gelassen oder kaum flüchtig berührt wurden. Abstammung und Gewinnung sind sehr gründlich abgehandelt, die Beschreibungen dieser Fasern hingegen sind nur mangelhaft, woran aber nicht Böhmer, sondern der damalige noch sehr niedere Stand der histologischen und mikroskopischen Forschung die Schuld trägt. — Duchesne hat in seinem schätzenswerten Werke: Repertoire des plantes utiles et des plantes vénéneuses du globe[1]) die für die damalige Zeit vollständigste Übersicht der nützlichen und, was ich besonders hervorheben muß, auch der technisch wichtigen Gewächse gegeben. Gewöhnlich begnügt sich dieser Autor mit Nennung des französischen und wissenschaftlichen Namens der Nutzpflanzen, mit der Anführung der wichtigsten Synonyme, der Heimat, der Pflanzenteile, welche eine Benutzung finden, und welcher Art letztere ist. Sehr bedauerlich ist es, daß Duchesnes große und mühevolle Arbeit keine Literaturangaben enthält, wodurch der Wert des Buches wesentlich verringert wurde.

Da durch den Feldbau und den Forstbetrieb der Industrie viele Rohstoffe zugeführt werden, so leuchtet ein, daß die land- und forstwirtschaftliche Literatur manche wertvolle Daten auch für die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches in der genannten Periode geliefert hat.

Eine große Bereicherung erfuhr unsere Lehre durch die ausgedehnten und häufig sehr gründlichen, freilich noch lange nicht auf alle Rohstoffe des Pflanzenreichs ausgedehnten Untersuchungen der Chemiker, durch welche wir nicht nur mit der beiläufigen chemischen Zusammensetzung vieler rohen Pflanzenstoffe bekannt wurden, sondern auch sehr viele wichtige Aufschlüsse über den chemischen Charakter und über die Konstitution der chemischen Individuen erhielten, welche integrierende Bestandteile jener Rohstoffe bilden oder um derenthalben wir letztere in der Industrie benutzen.

1) Nouvelle édit. Bruxelles 1846. Diesem Werke steht im Plane und in der Ausführung sehr nahe Rosenthals Synopsis plantarum diaphoricarum. Erlangen 1862.

Nachdem ich nun eine kurze Übersicht über alle jene Wissensgebiete gegeben habe, welche Material für eine zu schaffende Lehre von den technisch verwendeten rohen Pflanzenstoffen in dem bezeichneten Zeitabschnitte gegeben haben, und in wenigen Strichen versuchte, die Leistungen dieser Wissenszweige hierfür darzulegen, wende ich mich nun der Besprechung der die vegetabilische Rohstofflehre betreffenden monographischen Arbeiten der genannten Periode zu. Ich sehe hier von jenen Monographien ab, welche vom Standpunkte des Pharmakognosten aus geschrieben wurden, wie z. B. die großen Arbeiten über Chinarinde, wenn selbe nunmehr durch den Umschwung der Industrie auch für den Techniker Bedeutung gewonnen haben.

Je reicher die Literatur eines wissenschaftlichen Gebietes an monographischen Arbeiten ist, als desto höher stehend kann es wohl im allgemeinen angesehen werden. Denn wenn die Monographien auch nicht Zweck der einzelnen Wissenschaften sind, so sind sie doch die besten Mittel zu ihrer Begründung und Vertiefung. Es wäre wohl überflüssig des näheren auseinander zu setzen, wie sehr die Erforschung eines bestimmten Gegenstandes oder einer Gruppe nahverwandter Objekte gewinnt, wenn sich alle geistigen Kräfte eines Mannes auf dieselben konzentrieren, und man im Sammeln, Beobachten oder Experimentieren hierüber bis an die äußersten Grenzen gekommen ist, wie dies ja bei monographischen Arbeiten geschieht. Bei der geringen Kenntnis, die wir nach obiger Darlegung über die Rohstoffe des Pflanzenreiches, namentlich in Bezug auf ihre Kennzeichen und Eigenschaften damals besaßen, wird der Leser an dieser Stelle wohl kaum die Aufzählung vieler und gediegener Monographien über unseren Gegenstand erwarten. Und so verhält es sich in der Tat. Einige kleinere monographische Studien von geringer Wichtigkeit abgerechnet, deren im speziellen Teile dieses Buches indes Erwähnung getan werden soll, habe ich nur wenige einschlägige Monographien, und zwar über Fasern, Farbstoffe, Harze und Holz, in der Literatur bezüglich der genannten Periode aufgefunden.

Eine höchst wichtige Arbeit über die indischen Pflanzenfasern verdanken wir dem ausgezeichneten Botaniker Royle. Welcher reiche Schatz von Beobachtungen über Abstammung, Gewinnung und Eigenschaften indischer Faserstoffe darin enthalten ist, wird eines der Kapitel des vorliegenden Werkes zur Genüge dartun. Leider ist Royle in dieser seiner großen verdienstlichen Arbeit auf die doch so wichtige Charakteristik der Pflanzenfasern nicht eingegangen. Auch Squiers in diesem Buche mehrfach genannte Schrift über die tropischen Fasern ist ebenfalls als eine Bereicherung unserer Literatur anzusehen, wenn sie auch gegen Royles Buch, sowohl was Umfang als Gründlichkeit der Bearbeitung anlangt, zurücksteht. Schachts bekanntes Buch über

die Erkennung von Gespinstfasern[1]) ist ein sprechender Beweis für den Wunsch der Techniker nach derartigen wissenschaftlichen Hilfsmitteln, wie der reichen Benutzung dieser Schrift seitens der Technologen zu entnehmen ist. Es ist auch die erste Wirkung des eindringlichen Mahnrufes Schleidens gewesen, welcher in seinen berühmten »Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik« gegen die zeitgenössischen Botaniker den Vorwurf der gänzlichen Vernachlässigung der technischen Seite ihres Faches erhob. Schon in diesem Bezuge, als erster Versuch, die inzwischen mächtig herangewachsene histologische Untersuchungsmethode und damit das Mikroskop im Dienste der technischen Wissenschaften zu gebrauchen, ist Schachts Buch von Bedeutung. Es beschränkte sich aber leider fast nur auf die allergemeinsten europäischen Spinnstoffe und verfiel bezüglich der neueren tropischen Faserstoffe trotz spärlicher Daten in mancherlei Irrtümer[2]).

Später habe ich einzelne Partien des Kapitels über die Pflanzenfasern mit monographischer Ausführlichkeit zu bearbeiten versucht[3]).

Über Pflanzenfarbstoffe existieren zahlreiche ältere monographische Arbeiten[4]); sie wurden jedoch alle von Bancrofts in der Geschichte der Färberei epochemachendem Werke[5]) in einer Weise überholt, daß sie einen Vergleich mit dieser umfangreichen und gründlichen Bearbeitung der in der Färberei benutzten Rohstoffe nicht auszuhalten vermögen. Bancrofts Werk bespricht nicht nur jene Farbmaterialien, deren Einführung in die Färberei dem Autor selbst zu danken ist, wie z. B. die für die Industrie so bedeutungsvoll gewordene Querzitronrinde, sondern alle anderen bis dahin bekannt gewordenen Rohstoffe für die Färberei; und es darf einen um so höheren Wert beanspruchen, als es mit sehr gewissenhafter Benutzung der vorhandenen Literatur abgefaßt ist, alle von fremden Autoren herrührenden Daten auf Quellen zurückgeführt sind, und als der Verfasser auf seinen großen Reisen vielfach Gelegenheit hatte, Beobachtungen über Abstammung und Gewinnungsweise der abgehandelten Rohstoffe anzustellen.

---

1) H. Schacht, Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe durch das Mikroskop und durch chemische Reagentien. Berlin 1853.

2) In dem Schlußkapitel (VIII. Bemerkungen über einige im Handel vorkommende Gewebe) wird beispielsweise das Chinagras von *Corchorus capsularis*, der Manilahanf von einer Agave abgeleitet, die Jute bleibt gänzlich unbesprochen usw.

3) Beiträge zur Kenntnis der indischen Pflanzenfasern usw. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1869. — Untersuchungen, ausgeführt im Laboratorium für Mikroskopie und technische Warenkunde am k. k. polytechn. Institute in Wien. Stuttgart 1872.

4) S. Böhmer, l. c. II, p. 1 ff.

5) Untersuchungen über die Natur der beständigen Farben (Neues englisches Färbebuch). Deutsch von Buchner, Kurrer und Dingler. Nürnberg 1817—1818.

Die technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame habe ich in einer besonderen Monographie[1]) abgehandelt.

Über jenes große und wichtige Kapitel der technischen Rohstofflehre, welches sich mit dem Holze beschäftigt, existieren aus dem genannten Zeitraum zahlreiche monographische Arbeiten, welche von Botanikern, Forsttechnikern und Physikern herrühren und je nach der Forschungsrichtung der Autoren einen sehr verschiedenen Charakter an sich tragen. Die bedeutungsvollsten einschlägigen Monographien sind Du Hamels auch in die deutsche Sprache übertragene Naturgeschichte der Bäume, Chevandiers und Wertheims berühmte Arbeit über die physikalischen Eigenschaften der Holzarten und Nördlingers bekanntes ausgezeichnetes Buch über die technischen Eigenschaften der Hölzer. Über die für die Unterscheidung der Holzarten das denkbar Sicherste leistende morphologische Charakteristik liegt bezüglich des Zeitraumes, welcher hier abzuhandeln ist, keine zusammenfassende Arbeit vor. Aber die gewerblich benutzten, auch medizinisch verwendeten Holzarten wurden von den Pharmakognosten einer gründlichen wissenschaftlichen Bearbeitung unterzogen, und einzelne ausschließlich technisch gebrauchte Hölzer wurden schon damals mikroskopisch charakterisiert[2]).

Der kurze Überblick, welchen ich in vorstehenden Zeilen über die damaligen, auf die technischen Rohstoffe des Pflanzenreiches bezugnehmenden Kenntnisse gegeben habe, zeigt, daß einzelne Materien allerdings schon sehr gründlich bearbeitet waren, daß sich aber auf dem ganzen Gebiete und zwar nach jeder der oben angegebenen Richtungen große Lücken vorfanden, daß namentlich die Darlegung der Eigenschaften der Rohstoffe noch sehr wenig gediehen war und die exakte Charakteristik derselben sich noch in den Anfängen befand.

Weiterentwicklung der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches vom Anfange der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Innerhalb der letzten Dezennien haben alle Zweige dieser Lehre sich lebensvoll weiter entwickelt und es entspricht nur den Tatsachen, wenn man behauptet, daß erst in dem genannten Zeitraume dieser Zweig der technischen Wissenschaften zum Aufschwung gelangte und ein richtiges Verhältnis zwischen den Forderungen der Industrie und einer wissenschaftlichen Würdigung der technisch verwendeten Pflanzenstoffe sich hergestellt hat. Im Hinblick auf die Rohstoffe des Tierreiches ist die Lehre von den technischen Pflanzenstoffen als fortgeschrittener anzusehen; aber es steht zu erwarten, daß, wie die Pharmakognosie auf die technische Rohstofflehre des Pflanzen-

1) Die technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame. Erlangen 1869.
2) Wiesner, Technische Mikroskopie (1867), p. 131—150.

reiches förderlich gewirkt hat, auch diese eine begünstigende Rückwirkung auf die technische Rohstofflehre des Tierreiches ausüben wird. In einzelnen technischen Gebieten ist diese förderliche Rückwirkung bereits zu bemerken, beispielsweise in der Erforschung der Rohmaterialien der Textilindustrie. Denn es läßt sich klar erkennen, daß das eingehende Studium der vegetabilischen Faserstoffe auf die Erforschung der animalischen Textilstoffe (Tierwolle, Tierhaare, Seide usw.) befruchtend gewirkt hat. Aber große Gebiete der tierischen Rohstofflehre, z. B. die Untersuchung der tierischen Haut, sind vom technischen Standpunkte, nämlich mit Rücksicht auf die Fabrikation des Leders, noch wenig bebaut.

Wenn ich die jüngste Periode in der Entwicklung der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches vom Erscheinen der ersten Auflage des vorliegenden Werkes an datiere, so wird man billigerweise darin keine Überhebung erblicken. Die Fortschritte auf dem Gebiete der Technik und der Wissenschaft drängten zu einer umfassenden, einheitlichen Bearbeitung der gesamten in der Industrie verwendeten, an Zahl und Bedeutung so sehr gestiegenen Rohstoffe des Gewächsreiches. Die Anregung zu einem Werke, wie das vorliegende, war durch die Verhältnisse gegeben, und es bedurfte nur eines Botanikers, welcher die Neigung empfand, die Bedürfnisse der Technik durch die Anwendung der bereitliegenden naturgeschichtlichen, namentlich der mikroskopischen Untersuchungsmethoden im ganzen Umfange des Stoffes zu befriedigen. Diese Anregung mußte sich immer mächtiger Geltung verschaffen, je mehr Handel und Industrie vorwärts schritten; sie hat sich auch, wie wir heute sehen, Geltung verschafft; und wenn das vorliegende Werk nicht zustande gekommen wäre, so hätte ein anderes seine Stelle vertreten. Jetzt, wo sich ein längerer Zeitraum seit seinem ersten Erscheinen (1873) überblicken läßt, wird wohl zugegeben werden, daß es ein zeitgemäßes Unternehmen gewesen ist.

Daß die erste Auflage dieses Werkes auf die Weiterentwicklung der allgemeinen Warenkunde einen förderlichen Einfluß ausübte, ist nicht nur von zahlreichen Autoren, welche innerhalb des genannten Zeitraumes über diese Materie schrieben, anerkannt worden[1]); seine Wirkung ist auch in der technischen und botanischen Literatur an vielen Orten zu bemerken und auch zur Hebung des Unterrichtes im Bereiche der technischen Warenkunde und technischen Mikroskopie hat dasselbe beigetragen.

Nunmehr erscheint die von Schleiden erhobene Forderung: die Botanik sei berufen, auch der Technik zu dienen, erfüllt, nachdem sein

1) So z. B. die Warenkunde von Prof. O. Jäger, Stuttgart 1881; Erdmann-Königs Warenkunde, in 12. Auflage bearbeitet von Prof. E. Hanausek, Leipzig 1895. 14. Auflage 1906.

mit gewohnter Schärfe ausgedrückter Appell[1]) mehr als drei Dezennien hindurch fast ohne Wirkung blieb, und nur einer seiner Schüler, H. Schacht[2]), und einige andere in kurzen Anläufen den Winken des großen Reformators der Botanik folgten[3]).

Welche Fortschritte in der Entwicklung der Rohstofflehre des Pflanzenreiches die letzten Jahrzehnte gebracht haben, drückt sich in einer reichhaltigen, weitverzweigten Literatur aus, welche meine Mitarbeiter und ich in der vorliegenden Neubearbeitung der »Rohstoffe« in Verbindung mit eigenen Forschungsresultaten zu verwerten bestrebt waren.

Der Zufluß an neuen diesbezüglichen Erfolgen und Kenntnissen ist ein so großer geworden, daß ich darauf verzichten muß, eine Übersicht über die Leistungen auf dem Gebiete der vegetabilischen Rohstofflehre an dieser Stelle zu geben. Um die Zunahme der literarischen Produktion auf diesem Gebiete zu veranschaulichen, will ich anführen, daß der von Just begründete Botanische Jahresbericht[4]), dessen erster Band fast gleichzeitig mit der ersten Auflage des vorliegenden Werkes zur Ausgabe gelangte, für das Jahr 1873 über sieben, für 1874 über achtunddreißig, für 1876 über dreiundfünfzig botanisch-technische Abhandlungen referierte und nunmehr jährlich über mehrere Hunderte von einschlägigen Arbeiten daselbst Bericht erstattet, oder doch auf deren Erscheinen das Augenmerk lenkt. Dieses enorme Anwachsen der botanisch-technischen Literatur macht es erklärlich, daß hier eine übersichtliche Darstellung der Arbeiten auf dem Gebiete der Rohstofflehre des Pflanzenreiches nicht gegeben werden kann, macht es begreiflich, daß im speziellen Teile des Werkes eine starke Scheidung der Spreu vom Weizen vorgenommen werden mußte, und darf auch als Entschuldigung dienen, wenn ab und zu in diesem Werke auch eine brauchbare Arbeit in der Flut der literarischen Erscheinungen übersehen worden sein sollte.

1) In seinen berühmten »Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik« (zwischen 1842—1861 in vier Auflagen erschienen) sagt Schleiden mit Bezug auf das Verhältnis der Botanik zu dem Gewerbe (4. Aufl., p. 8): »Alle die Gewerbe, welche vegetabilische Stoffe benutzen und verarbeiten, fragen völlig vergebens bei ihr (der Botanik) an, der es zustände, hier die Gewerbe zu leiten und zu beraten; aber sie weiß nichts Brauchbares anzugeben, kennt oft gerade die Pflanzen, welche (technisch) wichtige Stoffe liefern, am wenigsten und entlehnt alles, was über den Kreis der bloßen Namengebung hinausgeht, eben von den Technikern selbst. . . .« An dieser Stelle des Schleidenschen Buches vermißt man den Namen Böhmer. Zur Entschuldigung Schleidens mag angeführt werden, daß Böhmers Arbeiten keine Beachtung und noch weniger eine Fortsetzung gefunden haben und deshalb einer unverdienten Vergessenheit anheimfielen.

2) S. p. 39.

3) S. hierüber: Technische Mikroskopie.

4) Berlin, Gebr. Borntträger. Bd. I. 1874 (Bericht über das Jahr 1873).

Indem ich also in betreff der neuesten Literatur unseres Gegenstandes auf die nachfolgenden Kapitel verweise, muß ich mich begnügen, in dieser Einleitung in wenigen Strichen die neuesten Fortschritte der Lehre von den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches ersichtlich zu machen.

Die auf das Praktische gerichteten Untersuchungen müssen sich nach wie vor auf rein wissenschaftlichen Grundlagen aufbauen. In gewissem Sinne bilden demnach die rein wissenschaftlichen Untersuchungen eine Vorarbeit für die praktischen. Die großen Fortschritte, welche im Gebiete der Histologie und der Mikrochemie der Gewebe gemacht wurden, erleichtern, ja mit Rücksicht auf spezielle Fälle muß man sagen: ermöglichen die Lösung der einschlägigen technisch-botanischen Fragen. Um nur durch ein paar augenfällige Beispiele dieses Verhältnis von theoretischer Arbeit zur Nutzanwendung in unseren Fragen zu veranschaulichen, weise ich auf die monographische Bearbeitung hin, welche die Rinden durch J. Moeller[1]) und das Holz durch Solereder[2]) erfahren haben, auf die tiefbegründete Neubearbeitung der Stärke durch A. Meyer[3]), auf die epochemachenden Arbeiten über die Hefe von E. Hansen und seiner Schule. Die Charakteristik der technisch verwendeten Rohstoffe wird durch diese und andere im speziellen Teile berücksichtigten rein wissenschaftlichen Arbeiten, wie leicht einzusehen, in hohem Grade gefördert.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß es in neuester Zeit gelungen ist, durch ein Sublimationsverfahren zahlreiche Körper in kleinen Rohstofffragmenten nachzuweisen, deren Anwesenheit morphologisch nicht zu ermitteln ist und deren direkte chemische Nachweisung entweder außerordentlich schwierig oder auch gar nicht möglich wäre. Selbstverständlich handelt es sich hier bloß um sublimierbare Substanzen. Diese Methode der Mikrosublimation[4]) leistet in vielen Fällen gute Dienste. So konnte, um ein Beispiel anzuführen, mit ihrer Zuhilfenahme nachgewiesen werden, daß in den unterirdischen Organen der Teepflanze das Theïn vollständig fehlt, hingegen in allen oberirdischen Teilen zu finden ist. Selbst in den Trichomen des Teeblattes konnte durch Mikrosublimation die Gegenwart des Theïns nachgewiesen werden[5]). Diese Methode hat begreiflicherweise einen hohen diagnostischen Wert und

1) J. Möller, Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882.

2) Solereder, Systematischer Wert der Holzstruktur. München 1885. Ferner Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart 1899.

3) Arthur Meyer, Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena 1895.

4) Ich habe schon im Jahre 1869 (Gummi und Harze) das Verfahren der Mikrosublimation angewendet. S. im Abschnitt »Harze« bei Tolubalsam und Storax.

5) Nestler, Der direkte Nachweis des Theïns in der Teepflanze. Jahrbuch des Vereins der Vertreter der angewandten Botanik. Berlin 1903.

wurde von Nestler, Mitlacher, Tunmann u. a. nach der genannten Richtung auch mit Vorteil angewendet[1]).

Die botanischen Arbeiten der systematischen Richtung haben im letzten Vierteljahrhundert den technischen Nutzpflanzen, namentlich jenen der tropischen Gebiete eine Berücksichtigung und eine Pflege angedeihen lassen, wie dies in früheren Epochen nie der Fall gewesen ist. Die Erwerbung tropischen Kolonialbesitzes durch das Deutsche Reich hat der deutschen Forschung auch nach dieser Richtung mächtige Impulse gegeben. Ich nenne hier vor allem die Bearbeitung der Nutzpflanzen Ostafrikas in dem großen Werke Englers: Die Pflanzenwelt Ostafrikas. Engler und seine Arbeitsgenossen sind in diesem bedeutungsvollen wissenschaftlichen Unternehmen, auf welches ich und meine Mitarbeiter sehr oft werden zurückkommen müssen, mit einer Tiefe und Ausführlichkeit in die Bearbeitung tropischer Nutzpflanzen eingegangen, welche der vorangegangenen deutschen Literatur der Botanik noch fremd blieb. Im Zusammenhange damit gedenke ich hier der Hilfe, welche die botanischen Gärten bei dem Studium, bzw. bei der Einbürgerung tropischer Nutzgewächse ihren Kolonien leisten. Begreiflicherweise sind in dieser Beziehung die Kew Gardens und der botanische Garten in Buitenzorg (auf Java) vorangegangen; aber der botanische Garten in Berlin hat gleich nach Erwerbung der afrikanischen Kolonien durch Deutschland sein Arbeitsprogramm mit Rücksicht auf das Studium der tropischen Nutzpflanzen erweitert, und gleich dem Kew Bulletin[2]) erscheint seitens des Berliner botanischen Gartens ein Notizblatt[3]), in welchem wie in jenem botanische Mitteilungen über tropische Nutzpflanzen und deren Produkte enthalten sind, und über die Resultate von Untersuchungen, welche in den genannten Instituten in betreff nützlicher Gewächse unternommen wurden, fortlaufend berichtet wird.

Von großer Bedeutung für die Förderung der technischen Rohstofflehre erweist sich die Pflege der tropischen Agrikultur. Die Ausdehnung der Land- und Forstwirtschaftslehre auf die Tropenwelt ist eine der wichtigsten und wie ich glaube folgenreichsten Erscheinungen im weiten Gebiete der praktischen Wissenschaften. Die Kenntnisse über rationelle Anpflanzungen in den Tropenländern waren bisher fast nur im Besitze der Pflanzer selbst, lagen sonst sehr zerstreut in einer schwer

1) Neuestens wurde von R. Eder ein Verfahren angegeben, die Mikrosublimation unter Anwendung des luftverdünnten Raumes zu vervollkommnen. S. hierüber R. Eder, Über die Mikrosublimation im luftverdünnten Raume. Vierteljahrschrift der Züricher Naturforscher-Gesellschaft 1912.

2) Bulletin of miscellaneous informations. Royal Gardens, Kew. London. Jährlich ein Band seit 1887.

3) Notizblatt des königl. botan. Gartens und Museums in Berlin. Herausgegeben von A. Engler (1895—1912). Leipzig.

zugänglichen Literatur, in Reisewerken und in den Veröffentlichungen botanischer Gärten der Kolonien, nirgends systematisch gesammelt und kritisch gesichtet. Den ersten großen Versuch in dieser Richtung hat H. Semler unternommen durch sein Werk: »Die Tropische Agrikultur. Ein Handbuch für Pflanzer und Kaufleute«, 4 Bände (1886—1893). »Schon seit einem Jahrzehnt«, sagt der Verfasser in der Vorrede, »trage ich mich mit dem Gedanken, den vielen Tausenden meiner Landsleute, welche in der heißen Zone den Boden bebauen oder seine Produkte verschiffen, ein Lehrmittel in die Hand zu geben, das ich selbst schmerzlich vermißt habe, als ich mich der gleichen praktischen Tätigkeit zu widmen begann. Was ich persönlich beobachtet und erfahren hatte, schrieb ich nieder und suchte es durch emsigen Sammelfleiß zu vermehren«. In erster Linie kommt Semlers Werk dem Land-, bzw. auch dem Forstwirt der Tropenländer zugute durch eingehende Behandlung über Ansiedlung, Wegbau, Urbarmachung des Bodens, über künstliche Bewässerung und Entwässerung, über die Wachstumsbedingungen der Kulturpflanzen, über Vertilgung von Schädlingen usw.; aber auch die Lehre von den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches erfährt durch viele Angaben über Erntebereitung, über Eigenschaften und Menge der Produkte eine große Bereicherung. Um nur ein einleuchtendes Beispiel anzuführen, will ich bemerken, daß man rücksichtlich der tropischen Faserstoffe früher nur über die Baumwolle ausreichende Daten in der Literatur vorfand, daß aber über die Erntebereitung anderer wichtiger Gespinstfasern (Jute, Ramie, Sisalhanf, Pite, Manilahanf usw.) vor Erscheinen des Semlerschen Werkes nur sehr fragmentarische und vielfach unsichere oder widersprechende Angaben in einer dazu noch sehr weit zerstreuten Literatur zu finden waren.

Die tropische Agrikultur ist ein sehr moderner Gegenstand geworden. Es sind über diese Materie außer dem Semlerschen, später in neuer Auflage erscheinenden Werke[1]) noch andere Bücher gleicher Tendenz geschrieben worden[2]); auch periodische Schriften über tropische Agri-

---

1) Zweite Auflage. Unter Mitwirkung von O. Warburg und M. Busemann herausgegeben von R. Hindorf. Wismar 1897. Eine dritte Auflage des ersten Bandes ist in Vorbereitung, bis jetzt (April 1913) aber noch nicht erschienen.

2) J. Wohltmann, Handbuch der tropischen Agrikultur für die deutschen Kolonien in Afrika, auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Bd. I: Die natürlichen Faktoren der tropischen Agrikultur und die Merkmale ihrer Beurteilung. Leipzig 1892. — R. Sadebeck, Die Kulturgewächse der deutschen Kolonien und ihre Erzeugnisse. Jena 1899. — Fesca, Der Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen. Berlin. Bd. I (1904), Bd. II (1907). — Sehr beachtenswert ist auch das jüngsthin erschienene Werk von Fruwirth über die Züchtung tropischer Kulturpflanzen. Berlin 1912. — Seit 1900 erschien eine nicht unbeträchtliche Zahl einschlägiger Werke, auf die im speziellen Teile dieses Werkes hingewiesen werden wird.

kultur[1]), insbesondere über die Kultur der Gewächse in den deutschen Kolonialgebieten, sind im Erscheinen begriffen und bringen fortlaufend Daten, welche auch der technischen Rohstofflehre zugute kommen, wie die folgenden Kapitel lehren werden. Von besonderer Wichtigkeit für die Kenntnis der tropischen Rohstoffe und ihrer Verwertung sind die biologischen und forstwirtschaftlichen Versuchsstationen, welche in neuerer Zeit ins Leben gerufen wurden[2]).

Auf die Bedeutung monographischer Arbeiten ist schon in dem Bericht über die ältere Entwicklungsperiode die Aufmerksamkeit gelenkt worden. Unsere neuere Entwicklungsperiode ist relativ noch viel reicher an monographischen Bearbeitungen einzelner Rohstoffgruppen und einzelner Rohstoffe. Allein aus schon früher angeführten Gründen kann auch rücksichtlich dieser Arbeiten nicht in Details eingegangen werden, und ich will nur, um charakteristische Beispiele anzuführen, erwähnen, daß die gesamten Gerberrinden in F. v. Höhnel, die Harze in Tschirch und seinen Schülern, speziell der Storax in J. Moeller, die Guttapercha in E. Obach und anderen, die Jute in Pfuhl, die Pflanzenfasern in F. v. Höhnel, T. F. Hanausek, Herzog und Wiesner, die Papierfasern in Herzberg und Wiesner Bearbeiter gefunden haben.

Endlich sei noch ein Wort über die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches als Unterrichtsgegenstand gesagt. In früherer Zeit bildete diese Disziplin nur einen untergeordneten Bestandteil der Vorträge über chemische und mechanische Technologie. An manchen tech-

---

1) Der Tropenpflanzer. Zeitschrift für tropische Landwirtschaft. Organ des kolonial-wirtschaftlichen Komitees. Herausgegeben von O. Warburg und F. Wohltmann. Jährlich ein Band seit 1897. Berlin. Wie schon der Vorrede zum 1. Bande zu entnehmen, dient diese Zeitschrift allerdings in erster Linie den deutsch-afrikanischen Interessen, will aber allen deutschen Kolonisten in der tropischen und subtropischen Zone zur Belehrung dienen. Dem »Tropenpflanzer« folgten alsbald ähnliche französische, englische, holländische und deutsche Journale, z. B. die Zeitschriften »Revue des Cultures coloniales« und »The Shamba, Journal of Agriculture for Zanzibar«; Journ. d'Agriculture tropicale, hauptsächlich über die französischen Kolonien referierend; L'agriculture pratique des pays chaudes, über Guayana; Bullet. économique, Indo-Chine; Jardin colon. Bruxelles; Bull. Depart. Agron. Jamaica; Report of the Imperial Departem. of Agricult. of India, Calcutta; Annual Report of the Agric. Stations in Eastern Bengal and Anam; Ann. Rep. of the Departement of Agricult. Bombay Presidency; Bull. Kolonial Museum Harlem; Jarbook von het Departement van Landbouw in Nederland. Indie; Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika; Jahresbericht des kaiserl. biolog.-landwirtschaftlichen Instituts, Amani; Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika; Der Pflanzer, Ratgeber für tropische Landwirtschaft, Usambara; Jahrbuch des Vereins für angewandte Botanik, Berlin usw. Außerordentlich groß ist die Zahl ähnlicher Zeitschriften, welche in den Vereinigten Staaten herausgegeben werden.

2) Über die Bedeutung dieser kolonialen Versuchsstation s. Tropenpflanzer X (1906), p. 241 ff.

nischen Lehranstalten ist dies auch jetzt noch der Fall. Unter solchen Verhältnissen kann aber die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches begreiflicherweise nicht gedeihen, weil sie ihrer Natur nach in erster Linie eine Naturgeschichte der pflanzlichen Rohstoffe bildet und einen besonders in mikroskopischen Untersuchungsmethoden bewanderten Botaniker erfordert. Dem Lehrer der chemischen und mechanischen Technologie liegen aber in der Regel die Methoden des Botanikers fern; für ihn tritt die rein technologische Seite seines Lehrgegenstandes, die Verarbeitung des Rohstoffs so sehr in den Vordergrund, daß ein gründliches Eingehen in die Morphologie und Mikrochemie des Rohstoffs von seiner Seite wohl nur in Ausnahmefällen zu erwarten ist.

Auch nach dieser Richtung ist in neuerer und neuester Zeit ein großer Umschwung eingetreten, indem man an den technischen Hochschulen der Rohstofflehre des Pflanzenreiches eine selbständigere Stellung eingeräumt hat. Die technischen Hochschulen Österreichs sind hier mit gutem Beispiel vorangegangen, indem an ihren chemischen Fachschulen unter dem Titel »technische Warenkunde« ein Lehrgegenstand als obligates Fach eingeführt wurde, welcher vor allem der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches zu dienen hat[1]).

Auch an den technischen Hochschulen des Deutschen Reiches gewinnt die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches immer mehr an Bedeutung, indem Botaniker von Fach unter dem Titel Warenkunde, Rohstofflehre oder technische Mikroskopie, oder unter anderen Titeln die Lehre von den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches als selbständiges, von der Technologie losgelöstes Fach vortragen.

Auch die Universitäten tragen in höherem Maße als früher den technischen Nutzpflanzen Rechnung[2]). Und so wird der an den Hoch-

1) An den österreichischen technischen Hochschulen ist in der Regel der Professor der Botanik mit den Vorträgen über technische Warenkunde und über technische Mikroskopie betraut. An der Wiener technischen Hochschule wurde die technische Warenkunde im Jahre 1866 als obligates Fach eingeführt.

2) In den letzten Jahren wurden in Berlin über Nutz- und Kulturpflanzen in den deutschen Kolonien usw. Vorträge gehalten. Am königl. botanischen Museum und botan. Garten in Berlin sind Vortragszyklen über »Kolonialbotanik, Kultur und Verwertung tropischer Nutzpflanzen« in neuester Zeit eingerichtet worden. Der Erwerb überseeischen Kolonialbesitzes durch das deutsche Reich trägt überhaupt mächtig dazu bei, die tropischen und subtropischen Kulturpflanzen dieser Gebiete und die Produkte dieser Gewächse einem eingehenden Studium zuzuführen. An allen deutschen Universitäten, ohne jede Ausnahme, werden in neuester Zeit Vorlesungen über Kolonialwissenschaften gehalten (Tropenpflanzer 1909, p. 16), wobei natürlich auch die Kulturpflanzen und deren Erzeugnisse starke Berücksichtigung finden. Das botanische Staatsinstitut für angewandte Botanik in Hamburg hat in neuester Zeit eine der reichhaltigsten Sammlungen pflanzlicher Rohstoffe aufgestellt, welche zu Lehr- und Studienzwecken dient. Das in neuester Zeit (1908) ins Leben gerufene Kolonial-

schulen in neuester Zeit eingeführte Unterricht in der Lehre von den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches zweifellos dazu beitragen, diese neue, wichtige, aber lange vernachlässigt gebliebene Disziplin zum Nutzen der Technik, des Handels und der Industrie in ihrer weiteren Entwicklung zu fördern.

---

institut in Hamburg pflegt diese Richtung in besonders intensiver Weise. Es werden daselbst Vorträge über koloniale Nutzpflanzen, ihre Kultur und ihre Produkte, ferner praktische Übungen im Erkennen der Unterschiede pflanzlicher Erzeugnisse des Handels abgehalten. Die Zentralstelle des Hamburger Kolonialinstituts erteilt auch Auskunft in Fragen der angewandten Naturwissenschaft (Tropenpflanzer 1912, p. 51). Auch an der Wiener Universität werden seit Jahren Vorträge über die Mikroskopie der technisch benutzten Rohstoffe des Pflanzenreiches abgehalten.

Erster Abschnitt.

Gummiarten[1]).

Die natürlichen Gummiarten sind den Kohlehydraten sehr nahe stehende Pflanzenstoffe, welche im Aussehen mit dem wichtigsten Repräsentanten dieser Rohstoffe, dem bekannten arabischen Gummi, mehr oder minder nahe übereinstimmen, sich gewöhnlich auch wie dieses in Wasser zu einer im konzentrierteren Zustande dicklichen Flüssigkeit lösen, manchmal aber nur unter bloß teilweiser Lösung darin zu einem fadenziehenden Schleim oder einer Gallerte aufquellen. Allen Gummiarten gemeinsam ist ihre völlige Unlöslichkeit in starkem Alkohol, in Äther und ähnlichen Lösungsmitteln der Harze und die Fähigkeit, beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure schließlich zum größeren Teile — jedoch niemals vollständig — in einfache Zuckerarten (Glykosen) aus der Gruppe der Pentosen, $C_5H_{10}O_5$, und der Hexosen, $C_6H_{12}O_6$, überzugehen[2]).

Körper dieser Art, deren physikalische und chemische Eigenschaften später noch eingehender vorgeführt werden sollen, bezeichnet man als

1) Dieser Abschnitt stützt sich vorwiegend, nämlich abgesehen von neuen Beobachtungen und Untersuchungen, auf die von mir durchgeführte monographische Bearbeitung der Gummiarten in dem Buche: Die technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame. Erlangen 1869, im nachfolgenden kurz zitiert unter dem Schlagworte: »Gummi und Harze«.

Der chemische Teil dieses Abschnittes (p. 64 ff.) wurde von Hofrat Dr. **S. Zeisel**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, neu bearbeitet.

2) Daß sich hierbei nach Berthelot (Chim. org. II, p. 279) als Zwischenglied Dextrin bilde, läßt sich nicht mehr aufrecht halten. Das Dextrin, welches häufig den Gummiarten zugezählt wird, ist nicht in die Gruppe dieser Körper zu stellen. Diese Substanz wird in vorliegendem Werke nicht abgehandelt werden, da sie trotz ihres sehr häufigen Vorkommens in den Geweben der Pflanzen technisch nie aus diesen, sondern stets nur künstlich aus Stärke bereitet wird. Die Pflanzengewebe enthalten nämlich wohl häufig, stets aber nur kleine Mengen von Dextrin und dextrinartiger Substanz, deren Identifikation mit Dextrin in vielen Fällen noch aussteht.

Gummi[1]), eine Körpergruppe, welche im Pflanzenreiche ungemein verbreitet ist.

Tritt das Gummi in normalen Geweben als nie fehlender Bestandteil auf, so wird es als physiologisches Gummi bezeichnet, ob es einen Bestandteil der Zellhaut bildet, wie das Holzgummi, oder ob es im Inhalte der Zellen gelöst vorkommt, wie das Gummi der Hefe oder der Runkelrübe. Bildet sich aber das Gummi infolge spontan entstehender oder künstlich hervorgerufener Verletzungen, so wird es als pathologisches Gummi bezeichnet. Es tritt häufig massenhaft aus der Rinde hervor, oder sammelt sich vor dem Austritt zuerst im Holzkörper. Es dient dem Verschluß von Wunden. In der Rohstofflehre haben wir es ausschließlich mit pathologischem Gummi zu tun[2]).

I. Physikalische und naturhistorische Charakteristik.

Die **Form** der natürlichen Gummiarten ist meist sehr veränderlich und wenig bestimmt: rundlich, knollenförmig und nur in seltenen Fällen charakteristisch. So finden sich im australischen Gummi häufig halbkugelige Stücke vor; es kommen Sorten von Senegalgummi im Handel vor, welche wurm- oder astförmig gestaltet sind (Fig. 1); das Chagualgummi besteht aus Fragmenten hohler Zylinder (Fig. 2), das Anacardium-

1) Über die Herkunft des Wortes »Gummi« s. weiter unten bei Besprechung der Geschichte des arabischen Gummi. Anfangs bezog sich dieses Wort ausschließlich auf das arabische Gummi. Später wurden ähnlich aussehende Körper, darunter auch viele Harze, selbst das sog. Federharz, nämlich der Kautschuk, als Gummi bezeichnet. Kautschuk wurde viel häufiger als *Gummi elasticum* wie als *Resina elastica* bezeichnet. Wenn nun bald darauf Gummi im heutigen Sinne genommen wurde, nachdem der Begriff eine naturwissenschaftliche Begrenzung gefunden hatte, so schlägt die alte Bezeichnung doch noch oft genug durch und es werden moderne Gebrauchsgegenstände als Gummi bezeichnet, welche naturwissenschaftlich diesen Namen nicht verdienen. Zahlreiche aus Kautschuk dargestellte Fabrikate werden häufig als Gummiartikel bezeichnet Gummischuhe, Gummimäntel usw.), aber man spricht auch von einer Gummiindustrie, man nennt den bei uns als Topfpflanze häufig kultivierten ostindischen Kautschukbaum *Ficus elastica* Gummibaum; eine verbreitete dem Kautschukhandel und der Kautschukindustrie dienende Zeitschrift führt den Namen »Gummizeitung«, das oft gebrauchte Wort »Gummiindustrie« bezieht sich ausschließlich auf Kautschuk und ähnliche Körper (Guttapercha und Balata) usw. Es werden solche falsch verwendete Worte wohl nur selten irreführen, es läßt sich auch gegen eine derartige Terminologie nicht ankämpfen; allein eine solche fehlerhafte Wortanwendung ist doch zu beklagen und sollte vernünftigerweise auch möglichst vermieden werden.

2) Die Scheidung des natürlichen Gummi in physiologisches und pathologisches wurde gleichzeitig von J. Möller (Pharmakognosie, Wien 1889) und Tschirch (Angewandte Pflanzenanatomie, Wien und Leipzig, I, 1889) vorgenommen. Die oben durchgeführte Scheidung schließt sich mehr dem Moellerschen Ideengange an.

gummi ist häufig stengelig oder stalaktitisch (Fig. 3); manche Tragantsorten (Blättertragant) setzen sich aus abgeplatteten bis blätterförmigen,

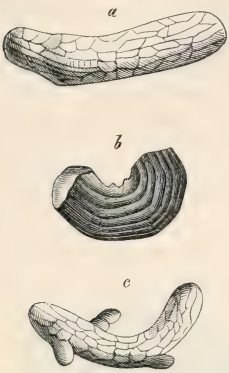


Fig. 1. Natürliche Größe. Senegalgummi. *a*, *b* wurmförmige Stücke. *c* astförmiges Stück.

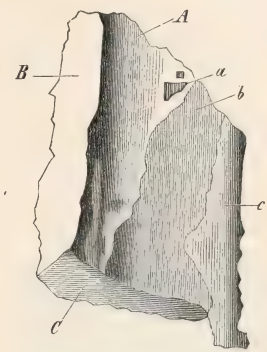


Fig. 2. Natürliche Größe. Chagualgummi. *A* konkave Innenseite eines Bruchstückes. *B* radiale Längsbruchfläche. *C* Querbruchfläche. *a*, *b* anhaftendes Oberhautgewebe. *c* Abdruck der Skulptur des Stammes, über den sich das Gummi ergoß.

Fig. 3. Natürliche Größe. Stalaktitische Form des Gummi von *Anacardium occidentale*. *a*, *a* Bruchfläche, senkrecht zur Richtung der stengelförmigen Stücke.

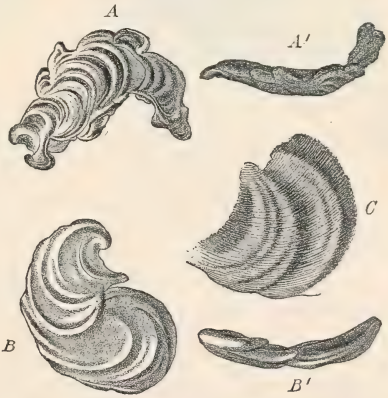


Fig. 4. Blättertragant. *A*, *B* Flächenansichten. *A'*, B' Seitenansichten. Natürliche Größe. *C* Flächenansicht bei zweimaliger Vergrößerung, um die auf die Zonenrichtung beiläufig senkrecht verlaufende Streifung zu veranschaulichen.

andere (Fadentragant) aus fadenförmigen Stücken zusammen und dergleichen mehr (Fig. 4).

Die **Oberfläche** ist bei manchen Gummiarten für das freie Auge glatt, infolge anscheinend vollkommen gleichmäßiger Zusammenziehung beim Eintrocknen; dies gilt beispielsweise für das Gummi von *Moringa pterygosperma* und von *Anacardium occidentale*. Der Tragant (Blättertragant) erscheint gestreift, desgleichen auch die wurmförmigen Stücke des Senegalgummi (Fig. 1, *b*, Fig. 4, *c*), welche aber später, wie wir gleich sehen werden, einen rissigen Charakter annehmen können. Auch das Chagualgummi ist an seiner Innenseite gestreift (Fig. 2). Während aber bei Tragant- und Senegalgummi die Streifung auf einer ungleichmäßigen Zusammenziehung des Gummi beim Eintrocknen beruht, ist dieselbe beim Chagualgummi ein Abdruck der Oberhaut des Stengels, an welchem sich dieses Gummi abgesondert hat.

Charakteristisch für viele Gummiarten ist die Bildung von Rissen. Während den sehr zähen Gummiarten die Rißbildung fehlt (Tragant),

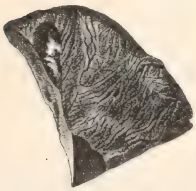


Fig. 5. Vergrößerung 1½mal. Unregelmäßige Rißbildung an der Oberfläche von im Wasser unvollkommen löslichem, zähem Akaziengummi.

Fig. 6. Vergrößerung 2mal. Bruchfläche eines Gummistückes einer Sorte von Somaligummi mit strahligem Gefüge. (Aus der Sammlung des bot. Museums in Berlin.)

ist eine solche an allen spröden Gummiarten in hohem Grade ausgeprägt, z. B. am arabischen Gummi, und reicht hier häufig bis ins Innere, während sie bei anderen auf die Oberfläche beschränkt bleibt.

Nach eingehenden Studien, welche ich über Rißbildungen an Gummiarten angestellt habe, muß man zweierlei Arten von Rißbildungen unterscheiden: klaffende Risse und solche, bei welchen die Rißflächen dicht nebeneinander bleiben; ich will sie zum Unterschiede von den klaffenden Rissen als Sprünge bezeichnen.

Immer sind die Risse Folge von ungleichmäßiger Zusammenziehung, welche entweder langsam bei der durch allmähliche Wasserabgabe vermittelten Volumsabnahme der Gummimassen, bei vollkommen trockenem Gummi auch durch Stoß oder Druck erfolgt.

Die klaffenden Risse entstehen bei rascher Zusammenziehung noch weicher, wasserreicher, also noch lange nicht lufttrocken gewordener

Gummistücke, während sich die Sprünge an bereits trocken gewordenen Gummimassen bilden, wenn sie eben in den lufttrockenen Zustand übergehen. Die Bildung klaffender Risse erfolgt nur in der Oberfläche der natürlichen Gummimassen und ist meist nur eine spärliche. Bei zähen Gummiarten bleibt die Rißbildung auf dieser Stufe stehen (Fig. 5), während bei den spröden Gummiarten sich zu dieser die Sprungbildung gesellt.

Diese Sprungbildung ist bei manchen Gummiarten auf die Oberfläche beschränkt, bei anderen Arten greift sie tiefer ins Innere ein und kann sich sogar — in manchen Fällen strahlenförmig — bis ins Zentrum des Kornes fortsetzen (Fig. 6).

Merkwürdig verhält sich in Bezug auf Rißbildung das Senegalgummi. Wie an allen Arten von Akaziengummi kann an dieser Gummiart die

Fig. 7. Vergr. 1½mal. Senegalgummi. *A* Umriß eines halbkugelförmigen Stückes. *B* dasselbe, um die radial und tangential orientierten Sprunglinien auf der Oberfläche der flachen Seite des Stückes zu zeigen.

Fig. 8. Natürliche Größe. Ein Stück Senegalgummi, quer durchbrochen. *a* Bruchfläche, glänzend homogen. *b* rissige, das ganze Stück umkleidende Hülle.

Bildung klaffender Risse vorkommen, und findet sich auf derselben tatsächlich häufig vor. Bei weiterer Eintrocknung stellt sich aber Sprungbildung ein, wobei zunächst Sprunglinien gebildet werden, welche sich gewöhnlich mehr oder minder regelmäßig netzartig vereinigen (Fig. 1, *a*, *c*). An runden Stücken tritt die Regelmäßigkeit der Netzbildung schärfer hervor und an halbkugeligen Stücken sind auf der flachen Seite die Rißlinien radial angeordnet und die radialen Sprünge durch tangential verlaufende so regelmäßig verbunden, daß die Rißbildung einem Spinnewebennetze gleicht (Fig. 7). Beim Senegalgummi greift aber die Rißbildung gewöhnlich über die Oberfläche hinaus: es bildet sich eine von Rissen durchzogene, infolge hohen Luftgehaltes weißliche opake Kruste aus, welche das homogen und dunkler erscheinende Innere jedes Korns

bedeckt (Fig. 8). Durch diese Merkmale unterscheidet sich das Senegalgummi selbst in seinen besten Sorten von dem arabischen Gummi, bei welchem stets tief eingreifende Rißbildung vorkommt. Diese, so viel mir bekannt, bisher nicht beachteten morphologischen Verhältnisse ermöglichen es, die guten und besten Sorten des Senegalgummi von den besten Sorten des arabischen Gummi (Kordofan) zu unterscheiden.

In Bezug auf die Qualitäten der Akaziengummen bietet die Beachtung der Rißbildung Anhaltspunkte, um die schlechten Sorten von den guten zu unterscheiden. Alle guten Sorten zeigen Sprungbildung, während die schlechten (zähen, an bloß quellbarem Gummi reichen) Sorten entweder gar keine Rißbildung aufweisen oder bloß klaffende Risse zu erkennen geben. Doch sind diese durch die Rißbildung charakteristischen Typen selbstverständlich durch Übergänge verbunden. Ich möchte hier noch erwähnen, daß an manchen zähen Gummiarten (z. B. Kirschgummi) während der ganzen Zeit der Zusammenziehung entweder die Oberfläche vollkommen glatt geblieben, oder von klaffenden Rissen durchsetzt ist. Auch bei den besten Gummisorten (Kordofangummi) finden sich Sorten mit klaffenden Rissen und ohne solche. Dies leitet zu der Ansicht, daß die Bildung der klaffenden Risse mit der Art der Eintrocknung der natürlichen Gummimassen im Zusammenhange steht, und ich halte es für wahrscheinlich, daß alle Gummiarten, bis etwa zur Erreichung des lufttrocknen Zustandes, sich gleichmäßig zusammenzuziehen vermögen, wenn die Wasserabgabe eine allmähliche ist, hingegen bei rascher Wasserabgabe, in noch verhältnismäßig wasserreichem Zustande klaffende Risse bekommen. Für die Untersuchung der Gummiarten scheint mir also die Anwesenheit oder Abwesenheit von Sprungbildung wichtiger als die Art der Rißbildung (klaffende Risse oder Sprünge).

Eine absolut gleichmäßige, bei der Eintrocknung vor sich gehende Zusammenziehung der natürlichen Gummimassen wird wohl niemals vorkommen, so daß dieselben oberflächlich niemals vollkommen glatt sind, wie der Augenschein vermuten ließe. Vielmehr erkennt man, daß selbst an der dem freien Auge glatt erscheinenden Oberfläche der Körner jene Skulpturen der Oberfläche sich bei mikroskopischer Untersuchung wiederholen, welche man an manchen Gummiarten schon mit freiem Auge sieht (Streifung, Körnelung usw.).

Mikroskopisches Verhalten der Gummiarten. Abgesehen von der Oberfläche, welche sich wohl immer, in der Regel sehr scharf, in morphologischer Beziehung vom Innern der natürlich begrenzten Gummimassen differenziert, erscheinen die letzteren dem freien Auge vollkommen homogen. Bei mikroskopischer Untersuchung bleibt dieser Charakter entweder erhalten (gewöhnlicher Fall) oder es geben sich Strukturverhältnisse kund, welche auf jene Gewebe zurückzuführen sind, aus welchen

durch chemische Metamorphose die Gummiarten hervorgegangen sind. Für manche Gummiarten (z. B. für den Tragant, für das Moringagummi) sind diese im Rohstoff noch mehr oder minder deutlich hervortretenden organischen Strukturen charakteristisch. Es scheint mir zweckmäßig, diese Strukturverhältnisse an anderer Stelle, nämlich in dem der Entstehung des Gummi in den Pflanzengeweben gewidmeten Paragraphen dieses Abschnittes, im Zusammenhange zu erörtern.

Abgesehen von den hier berührten organischen Strukturen erscheint die Gummimasse strukturlos und gewöhnlich homogen wie Glas. Doch tritt häufig Luft, teils die oben genannten Sprünge erfüllend, teils in Form von Luftblasen im Gummi auf, manchmal in solchen Massen, daß dasselbe ganz schaumig oder bimssteinartig aussieht, entweder bloß unter Mikroskop, oder sogar für das freie Auge.

Manche Gummiarten erscheinen im ganzen allerdings glasartig, aber es zeigt sich im Mikroskop stellenweise ein feiner schlierenartiger Hauch, der sich schwer definieren läßt und ein Ausdruck dafür ist, daß das betreffende Gummi optisch nicht vollkommen homogen ist. Diese Schlieren habe ich in verschiedenen Akaziengummiarten, verhältnismäßig häufig im Senegalgummi, beobachtet.

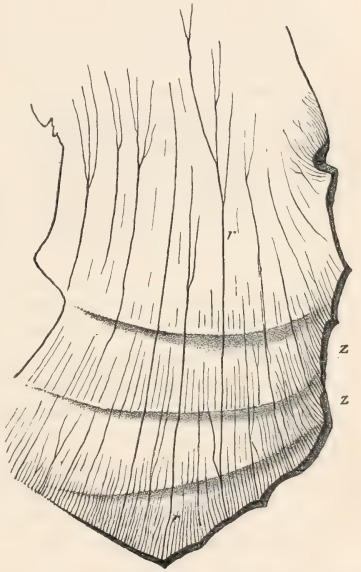


Fig. 9. Vergrößerung 40 mal. Bruchfläche von einem Stück arabischen Gummi. Die Rißlinien *r r* stehen genau oder nahezu senkrecht auf den Zonen (*z*) der Muschelbruchfläche. Nach links ist die Fläche unbegrenzt.

Der **Bruch** der Gummiarten ist gewöhnlich muschelig, was an größeren Stücken schon mit freiem Auge erkennbar ist. An mikroskopischen Stücken tritt der muschelige Bruch dadurch in Erscheinung, daß die gekrümmte Fläche zonenartig gegliedert erscheint. Die muschelige Bruchfläche ist radial von zahlreichen Rißlinien durchsetzt, welche die eben erwähnten Zonen reichlich in senkrechter Richtung durchsetzen (Fig. 9). Kurze Rißlinien sind gewöhnlich geradlinig, während die langen Rißlinien verzweigt erscheinen, indem von einem größeren Risse

»Sprung«; s. oben p. 54) meist unter sehr spitzen Winkeln kleinere Seitenrisse ausgehen (Fig. 9).

Die Bruchflächen lassen gewöhnlich keine bestimmte Orientierung erkennen, nur bei stengeligen oder stalaktitisch geformten Gummimassen (z. B. beim Anakardiumgummi; s. Fig. 3 auf pag. 53) stehen sie häufig senkrecht zur Längsrichtung der Stücke. Infolge der Zusammenziehung beim Eintrocknen erscheinen solche Stücke von zahlreichen Querrissen durchsetzt.

Farbe. Gummiarten von vollkommener Farblosigkeit kommen nicht vor. Die besten Sorten von Akaziengummi sind nahezu farblos, haben aber stets einen Stich ins Gelbliche. Gewöhnlich liegt die Farbe der Gummiarten zwischen blaßgelb und einem hellen Bräunlichrot. Chagualgummi und Feroniagummi sind zumeist schön topasgelb, manche Sorten von Prosopisgummi (Mesquitegummi) tief zirkonrot. Auch manche geringe Akaziengummi haben eine zirkonrote bis tiefbraune Farbe. Tief braunschwarz ist das Gummi der *Moringa pterygosperma*.

Bei tief gefärbten Gummiarten, welche aus in Wasser leicht löslichen und schwer- bis unlöslichen Gummibestandteilen zusammengesetzt sind (Prosopisgummi, Enterolobiumgummi usw.), läßt sich der erstere Anteil durch Wasser leicht ausziehen, der letztere bleibt gefärbt zurück. Der in Wasser lösliche Anteil des Gummi erscheint weingelb gefärbt, die im Wasser bloß gequollene Masse zeigt eine rötlich bräunliche bis bräunliche Farbe. Durch Kali bleibt die Farbe unverändert oder es geht die Farbe des gequollenen Gummi noch mehr ins Braune über, durch Salzsäure hingegen schlägt sie in ein lebhaftes Rotviolett um. Ich habe dieses Verhalten des Farbstoffes sowohl bei Leguminosen- als bei dem Prunoideengummi beobachtet. Besonders scharf tritt die Rotviolettfärbung bei dem Enterolobiumgummi auf.

Selbst ein und derselbe Baum kann farbloses und gefärbtes Gummi liefern. Ich habe Stücke von arabischem von *Acacia Senegal* herrührendem Gummi gesehen, welche zur Hälfte licht weingelb, zur Hälfte lebhaft rot (Farbe des doppelt chromsauren Kali) gefärbt waren. Auch die einzelnen natürlichen Körner des Gummi von *Enterolobium cyclocarpum* sind verschiedenfarbig.

Der **Strich** der Gummiarten ist gewöhnlich weiß, selbst jener der ziemlich intensiv gefärbten; nur die dunklen bis schwärzlichen Sorten weisen einen etwas gefärbten, ins Hellzimtbräunliche ziehenden Strich auf.

Durchsichtigkeit. Die meisten Gummiarten sind durchsichtig bis durchscheinend; nur die dunkelsten Sorten, z. B. das Moringagummi, sind fast gänzlich opak und nur an den Kanten etwas durchscheinend.

Glanz. Glasglanz herrscht vor, doch gibt es auch fettglänzende Gummiarten (Anakardiumgummi) und andere, welche selbst auf frischer

Bruchfläche matt erscheinen (z. B. Tragant). Infolge der oben geschilderten Oberflächenbeschaffenheit besitzen die auf frischer Bruchfläche glasartigen Gummen eine matte oder glanzlose natürliche Oberfläche.

Anisotropie der Gummiarten. Man hat die Gummiarten früher für isotrop, für einfach lichtbrechend gehalten. So viel mir bekannt, hat zuerst Roussin im Jahre 1860 auf die Doppelbrechung des arabischen Gummi aufmerksam gemacht[1]). Ich habe später die Doppelbrechung auch an anderen Arten von Akaziengummi, ferner an zahlreichen anderen Gummiarten (Tragant, Chagualgummi, Kirschgummi usw.) nachgewiesen[2]).

Die Ansichten über das Zustandekommen der bei Gummiarten auftretenden Doppelbrechung sind geteilt. Nach Schwendener[3]) ist die Anisotropie der Gummiarten zurückzuführen auf Zusammensetzung derselben aus anisotropen Mizellen. Hingegen vertritt v. Ebner[4]) die Ansicht, daß die Substanz der Gummiarten an sich einfachbrechend ist, aber durch Zug und Druck doppeltbrechend werde. Der ersteren Ansicht pflichtet, auf Grund einer Wiederholung der Schwendenerschen und der v. Ebnerschen Versuche und nach kritischer Würdigung der beiderseits vorgebrachten Argumente auch Ambronn[5]) bei.

Tatsache ist, daß Gummi entweder einfach- oder doppeltbrechend erscheinen kann, was von Schwendener in der Weise gedeutet wird, daß die anisotropen Mizellen im ersteren Falle ordnungslos, im letzteren Falle mit ihren optischen Achsen in paralleler Anordnung an der Zusammensetzung des Gummi oder der Gummilösung Anteil nahmen. v. Ebner nimmt hingegen im ersteren Falle einen spannungslosen, im letzteren Falle einen gespannten Zustand (Druck- bzw. Zugspannung) an.

Da es sich hier nur um tatsächliche Beobachtungen, welche zu einer Charakteristik der Gummiarten herangezogen werden können und

1) Journ. Pharm. 37 (1860), p. 411.

2) Wiesner, Gummi und Harze (1869), p. 7.

3) Schwendener, Zur Doppelbrechung vegetabilischer Objekte. Sitzungsberichte der königl. preuß. Akad. d. Wissenschaften. XVIII (1889). Derselbe, Nochmals über die optisch anomale Reaktion des Tragant- und Kirschgummi. Ebenda. XLII (1890).

4) v. Ebner, Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organischer Substanzen. Leipzig 1882. Derselbe, Über das optisch anomale Verhalten des Kirschgummi und des Tragants gegen Spannungen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. 97 (1888). Die von v. Ebner ausgesprochene Ansicht, daß das Gummi an sich einfachbrechend ist und erst durch (auf Druck und Zug) erfolgende Dichtigkeitsunterschiede doppeltbrechend werde, habe auch ich in meinem Buche über Gummi und Harze (p. 7) vertreten.

5) Ambronn, Das optische Verhalten und die Struktur des Kirschgummi. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft. Bd. VII (1889), p. 103 ff.

nicht um theoretische Diskussionen handelt, so seien folgende Tatsachen hier vorgeführt.

Bekanntlich hat Brewster zuerst gezeigt, daß Glas an sich isotrop ist und durch Druck, beziehungsweise Zug doppeltbrechend wird. Es ist jetzt allgemein bekannt, daß Glas durch Zug positiv, durch Druck hingegen negativ doppeltbrechend werde. v. Ebner[1]) hat gefunden, daß getrocknetes Kirsch- oder Tragantgummi sich so wie Glas verhalten, nämlich ebenfalls durch Zug positiv und durch Druck negativ doppeltbrechend werde.

Nun ist durch Mach[2]) gezeigt worden, daß sirupdicke Metaphosphorsäure sich bei Druck und Zug bezüglich seines doppeltbrechenden Charakters umgekehrt wie Glas verhalte, nämlich durch Zug negativ, durch Druck positiv doppeltbrechend werde. Dasselbe optische Verhalten wurde bezüglich der Doppelbrechung von v. Ebner an gequollenem Kirsch- und Tragantgummi beobachtet. Aber umgekehrt wie Kirsch- und Tragantgummi verhält sich nach v. Ebner »reinstes arabisches Gummi«. Doch verhalten sich nicht alle Akaziengummi nach meinen Beobachtungen wie das »reinste arabische Gummi«, und namentlich die geringen Sorten des arabischen Gummi, welche reich an bloß quellbarem Gummi sind, gleichen nach den von mir angestellten Beobachtungen in dieser Hinsicht dem Tragant- oder Kirschgummi.

Die tatsächlichen Verhältnisse der Doppelbrechung der verschiedenen Gummiarten sind noch sehr unvollständig untersucht. Schwendener[3]) teilt zur Anregung für jene Forscher, welche das optische Verhalten der Gummiarten zu untersuchen beabsichtigen, mit, daß nach seinen Beobachtungen an trockenen Gummifäden bezüglich der Lage des Elastizitätsellipsoids sich folgende Gruppierung ergibt:

a) Fäden mit quergestellter Ellipse: Tragant, Kirschgummi, Gummi aus den Blattstielen von *Cycas revoluta* und *Dioon edule*, desgleichen von *Angiopteris*.

b) Fäden mit längsgestellter Ellipse: Arabisches Gummi, Gummi aus den Blattstielen von *Encephalartos horridus*.

Ein **Irisieren** kommt an Gummiarten selten und dann nur stellenweise vor, wie etwa an Glasbruchstücken, z. B. an arabischem und Senegalgummi.

Drehung der Polarisationsebene der gelösten Gummiarten. Nach der herrschenden Ansicht drehen die in Wasser löslichen Gummiarten, selbstverständlich nach vollständiger Entfernung des etwa vorhandenen Zuckers, die Polarisationsebene nach links, und insbesondere

1) Untersuchungen, p. 17 und 27.

2) E. Mach, Optisch-akustische Versuche. Prag 1873.

3) In der zweiten obengenannten Abhandlung (Separatabdruck p. 6).

wird dies von allen Gummiarten ausgesagt, welche als arabisches Gummi zusammengefaßt werden. Diese Angabe stützt sich aber auf sehr unvollständige Untersuchungen. Vor allem sei hervorgehoben, daß das *Feronia*-Gummi entschieden nach rechts dreht, was zuerst von Flückiger angegeben und von mir an einem reichen Materiale dieses Gummi von verläßlichster Provenienz bestätigt wurde. Ich habe aber weiter gefunden, daß selbst Sorten des arabischen Gummi existieren, welche nach rechts drehen, z. B. nordafrikanisches Gummi (Mogadorgummi). Von Flückiger[1]) wurde angegeben, daß eine aus Sennaar stammende, von Kordofangummi nicht zu unterscheidende Gummiart die Polarisationsebene gleichfalls nach rechts drehe. Ich habe zahlreiche Proben der besten Sorten von Senegalgummi (bas du fleuve) und arabischem Gummi (Kordofan) untersucht, und durchaus linksdrehend gefunden[2]).

In dem chemischen Teile dieses Abschnittes wird darauf hingewiesen werden, daß ein bestimmter Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution der Gummen und ihrem Drehungsvermögen nachweislich ist, daß nämlich alle Gummiarten, welche relativ wenig (bis 20,7 Proz.) Schleimsäure bilden, in Lösung die Polarisationsebene nach rechts, diejenigen, welche über 21 Proz. (bis 38,3 Proz.) Schleimsäure bilden, nach links drehen.

Die **Dichte** variiert selbst bei einer und derselben Sorte oft sehr stark, da größere oder kleinere Mengen von Luft den Gummiarten stets beigemengt sind. Diese Eigenschaft kann deshalb nur in seltenen Fällen für die Charakteristik verwendet werden. Hingegen zeigen bestimmt konzentrierte Lösungen reiner Sorten bestimmter Gummiarten sehr konstante Dichte. Das spezifische Gewicht des lufttrockenen arabischen Gummi wird gewöhnlich mit 1,978 angegeben. Rasch bei 100° getrocknet soll das spezifische Gewicht 1,525 betragen[3]).

Alle Gummiarten sind **geruchlos.** Der **Geschmack** ist schleimig, oft mit einem süßlichen, bitteren oder zusammenziehenden Beigeschmack, auf den, soweit er charakteristisch ist, bei einzelnen Gummiarten noch zurückgekommen werden wird.

---

1) Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 6. Auch Scheibler (Ber. d. Deutschen Chem. Ges., Bd. VI, p. 618) fand das Sennaargummi rechtsdrehend.

2) Scheibler (l. c.) hat eine Sorte von Senegalgummi untersucht und gleichfalls linksdrehend gefunden.

3) V. Grafe, Die Gummisubstanzen S. 13 in: Abderhalden, Biochemisches Handlexikon. Berlin 1910 ff. Hier findet sich auch angegeben, daß längeres Trocknen bei 100°, wie es für eine genaue Dichtenbestimmung erforderlich wäre, nicht angewendet werden kann, da bei dieser Temperatur das Gummi $3\,H_2O$ abgibt, welches aber bei Abkühlung wieder aus der Luft aufgenommen wird.

Die in Wasser löslichen Gummiarten sind stark **hygroskopisch.** Ich finde, daß gepulvertes arabisches Gummi im absolut feuchten Raume durch Wasseraufnahme zu einer homogenen leimartigen Masse sich vereinigt.

Tenazität. Die meisten Gummiarten sind im trocknen Zustande spröde und lassen sich deshalb unschwer pulverisieren, nur Tragant und einige andere vorwiegend aus unlöslicher aber quellbarer Substanz bestehende Gummiarten sind zähe, aber doch nicht leicht schneidbar, und können nur schwer in Pulverform gebracht werden.

Härte. Ich habe versucht, nach der gewöhnlichen Methode der Mineralogen die Härte der Gummiarten zu bestimmen, um vielleicht dadurch ein Hilfsmittel zur Unterscheidung einzelner Arten dieser Körpergruppe zu gewinnen. Es wurden nur solche Gummiarten der Prüfung unterzogen, welche vollständig lufttrocken geworden waren. Es ergab sich, daß alle Gummiarten den gleichen Härtegrad zeigten, ganz unabhängig von der chemischen Zusammensetzung, denn die arabinreichsten verhielten sich nicht anders als die bassorinreichen. Alle untersuchten Gummiarten waren weicher als Steinsalz, härter als Talk. Die Härte lag deshalb zwischen 1 und 2 der Mohsschen Härteskala. Da alle Gummiarten den Muscovit nur sehr schwach ritzten, wie etwa Muscovitpulver, so darf angenommen werden, daß die Gummiart mit der Härte des Muscovits (auf den Tafelflächen) übereinstimmt. Untersucht wurde arabisches, Senegalgummi, dann das Gummi von *Feronia Elephantum*, *Odina Wodier*, *Anacardium occidentale* und mehrere Tragantsorten. Zur Unterscheidung der Gummiarten ist also deren Härte nicht geeignet.

Organische Beimengungen finden sich in manchen Gummiarten, manchmal sogar als ständige Begleiter vor, und leisten oft wichtige Dienste für die botanische Herleitung oder für die Charakteristik einiger Arten.

Löslichkeit. Zu den bezeichnendsten Besonderheiten der Gummiarten gehört ihr Verhalten zum Wasser. Alle Gummiarten quellen im Wasser und sind entweder im Wasser leicht- oder schwerlöslich oder unlöslich, und nach diesem Verhalten hat man ja früher die angeblichen chemischen Individuen, aus welchen man die natürlichen Gummiarten zusammengesetzt annahm, eingeteilt in Arabin (in Wasser leichtlöslich), in Zerasin (in Wasser unlöslich) und in Bassorin (in Wasser schwerlöslich). Zur Unterscheidung nach den Löslichkeitsverhältnissen der Gummiarten können diese Ausdrücke noch immer vorteilhaft angewendet werden, aber als konstituierende chemische Individuen darf man, wie das nächste Kapitel lehren wird, das Arabin, Zerasin und Bassorin der älteren Chemiker nicht mehr betrachten. Nähere Angaben über den Grad der Löslichkeit der Gummiarten in Wasser folgen im speziellen Teile. In

Alkohol und anderen Lösungsmitteln der Harze (Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzol usw.) sind die Gummiarten vollkommen unlöslich. Alkohol, der sehr wasserreich ist (Weingeist), nimmt je nach dem Wassergehalte die im Wasser löslichen Gummiarten auf. Ein Weingeist, welcher 52 Proz. und darüber an Alkohol enthält, löst keine Spur von Arabin mehr auf (Flückiger). Bemerkenswert erscheint das Verhalten der Gummiarten zum Chloralhydrat. Auf die merkwürdige lösende Kraft dieses Körpers ist mehrfach, u. a. von Flückiger[1]), hingewiesen worden, welcher zeigte, daß eine konzentrierte wässerige Chloralhydratlösung Stärke, für die es sonst fast kein Lösungsmittel gibt, auflöst. R. Mauch[2]) hat zuerst die Beobachtung gemacht, daß das arabische Gummi sich in wässeriger Chloralhydratlösung vollständig und unverändert auflöst. Er gibt auch an, daß mit steigendem Chloralhydratgehalt der Lösungen die Raschheit des Lösungsvorganges abnimmt, hingegen die Quellung zunimmt. Nach den Beobachtungen, welche ich über die Löslichkeit der natürlichen Gummen in 60proz. Chloralhydrat angestellt habe, sind alle in Wasser löslichen Akaziengummen innerhalb 24 Stunden in diesem Reagens vollkommen löslich. Gummi von *Prosopis juliflora*, selbst solches, welches in Wasser ein quellbares Gummi als Rückstand hinterläßt, löst sich in Chloralhydrat vollständig auf. Die zerasinreichen Gummiarten (z. B. Kirschgummi) hinterlassen, nachdem sie sich zum Teil im Reagens klar gelöst haben, selbst nach mehrtägiger Einwirkung einen klaren Rest gequollenen Gummis. Die bassorinreichen Gummiarten, z. B. Tragant, geben wolkig getrübte Lösungen, welche sich selbst nach tagelanger Einwirkung von Chloralhydrat nicht klären. Gummiarten, welche neben Arabin noch Zerasin und Bassorin enthalten, geben klare Lösungen, welche über einer gequollenen klaren Masse stehen, die selbst aber wieder von einer wolkigen Schicht überdeckt ist.

Die wässerigen Lösungen der Gummiarten haben eine schwach saure Reaktion. Es kommen aber manchmal im Handel Gummiarten vor, deren wässerige Lösungen stark sauer reagieren. Diese stark saure Reaktion ist auf Schwefelsäure zurückzuführen, welche bei der Reinigung schlechter, insbesondere stark gefärbter Gummisorten durch schwefelige Säure entstanden ist und nicht immer vollständig entfernt wird[3]).

Viskosität. Man versteht darunter den Grad der Dickflüssigkeit von Lösungen bestimmter Konzentration. Die Viskosität (von Gummi-

1) Pharmazeutische Chemie. 2. Aufl., 1888. S. indes die nachfolgend zitierte Schrift R. Mauchs, woselbst (p. 19 und p. 141 ff.) gezeigt wird, daß die Stärke bei der Auflösung in Chloralhydrat doch gewisse Veränderungen erleidet.

2) Über physikalisch-chemische Eigenschaften des Chloralhydrats und dessen Verwendung in pharmazeutisch-chemischer Richtung. Straßburger Inauguraldissertation 1898, p. 17.

3) Stohmann in Muspratts Chemie. 4. Aufl., Bd. III (1891), p. 1917.

lösungen, Schmierölen usw.) wird mittelst des Viskosimeters bestimmt. Dem Viskosimeter liegen verschiedene Prinzipe zugrunde. Gewöhnlich bestimmt man den Grad der Viskosität der Gummiarten aus der Ausflußzeit, welche verstreicht, bis eine bestimmte Menge einer bestimmt konzentrierten Gummilösung aus einem Trichter mit bestimmter Ausflußöffnung austritt. Die Ausflußzeit ist dem Grade der Viskosität nahezu umgekehrt proportioniert. Auch die zur Bestimmung des Viskositätsgrades angewendete aräometrische Methode liefert nur angenähert richtige Resultate. Es sind auch noch andere Viskosimeter in Anwendung[1]). Da mit steigender Temperatur die Viskosität abnimmt, so muß die Viskosität bei bestimmter Temperatur bestimmt werden (gewöhnlich bei 15° C.. Bei der Aufbewahrung der Gummiarten nimmt die Viskosität ab. Je größer der Viskositätsgrad ist, als desto besser wird das Gummi angesehen.

Klebkraft. Mit der Viskosität scheint die Klebkraft des Gummi im Zusammenhange zu stehen. Im allgemeinen nimmt mit der Viskosität die Klebkraft zu, doch nicht streng gesetzmäßig. Der Grad der Klebkraft wird deshalb durch besondere Methoden bestimmt. Gewöhnlich bedient man sich der Hirschsohnschen Methode, welche darin besteht, daß eine 10proz. Gummilösung in bestimmtem Verhältnis mit feinst gepulvertem Gips gemengt und das Zerreißgewicht von Stangen bestimmten Querschnittes festgestellt wird, welche aus dem genannten Gemenge geformt wurden[2]). Je höher die Klebkraft einer Gummiart ist, als desto besser wird dieselbe angesehen.

II. Chemische Charakteristik und Konstitution der Gummiarten.

Begleitstoffe. Die natürlichen Gummiarten enthalten, selbst wenn sie vollkommen in Wasser löslich sind, in untergeordneter und wechselnder Menge begleitende Stoffe anderer Art: unverbrennliche Substanz, Gerbstoffe, Zucker, Farbstoffe, Stickstoffverbindungen usw.

Der unverbrennliche Anteil rührt teils von Mineralstoffen, teils davon her, daß die eigentlichen, den Charakter schwacher Säuren zeigenden Gummisubstanzen in den Naturprodukten wenigstens teilweise in Form ihrer Kalium-, Kalzium- und Magnesiumverbindungen vorhanden sind, welche nach dem Verbrennen als Karbonate hinterbleiben. In ein-

1) Über Viskosität des Gummi und über Viskositätsbestimmungen s. Valenta, Die Kleb- und Verdickungsmittel (Allgemeine Warenkunde und Rohstofflehre, VI. Kassel 1884, p. 594ff.). M. J. Merveau, Recherches sur la viscosité et en particulier viscosité des gommes. Thèse, Paris 1910.

2) Hirschsohn, Pharmazeutische Zeitung für Rußland. 1893.

zelnen Fällen wurde auch die Gegenwart von Kalziumoxalat festgestellt, welches selbstverständlich beim Veraschen Kalziumkarbonat liefert. Die Gummen liefern 0,3—4,8 Proz. Asche.

Die Gerbstoffe können, falls sie vorhanden sind, leicht durch ihre charakteristische Eisenreaktion erkannt werden.

Die Zuckerarten verraten ihre Gegenwart mitunter schon durch den süßlichen Geschmack des Gummis, sowie durch die Fähigkeit, aus alkalischen Kupferlösungen beim Kochen gelbes oder rotes Kupferoxydul abzuscheiden, welche indes auch den Gerbstoffen zukommt. Zucker- und gerbstoffreies Gummi reduziert solche Kupferlösungen nicht.

Die färbenden Beimengungen verleihen den natürlichen Gummiarten im Falle ihrer Gegenwart gelbliche bis braunrote, mitunter auch granatrote und ähnliche Töne. Über die Natur dieser Farbstoffe ist nichts Sicheres bekannt. Manche derselben werden in Berührung mit Chlorwasserstoff- oder Schwefelsäure auffällig violettrot, während sie durch Alkalien oder deren Karbonate anscheinend nicht verändert werden (s. oben p. 54).

Die Stickstoffverbindungen in den Gummen bestehen zum Teil aus Fermenten, welche als konstante Begleiter der Gummiarten auftreten. Die Anwesenheit des Stickstoffs — etwa 1—2 Proz. — läßt sich nicht durch die Lassaignesche Probe[1]), auch nicht in der von Kehrer angegebenen Modifikation, wohl aber durch Erhitzen mit Kaliumhydroxyd nachweisen, wobei Dämpfe pyrrolartiger Zersetzungsprodukte entweichen, welche einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspan röten. Der Nachweis des Stickstoffs läßt sich auch durch Überleiten der aus dem erhitzten Gummi entweichenden Dämpfe mittelst Sauerstoffs über glühendes Kupferoxyd und Eintretenlassen derselben in eine Kalilauge führen, welche dann die Nitrit- und Nitratreaktionen zeigt[2]).

Die Isolierung der eigentlichen Gummistoffe aus den Naturprodukten erfolgt am sichersten durch Dialyse der mit Essigsäure angesäuerten und filtrierten Gummilösungen und fraktionierte Fällung des innerhalb der dialysierenden Membran verbliebenen Anteiles mit Alkohol, wobei etwas Säure zugegen sein muß[3]). Denn säure- und salzfreie Gummilösungen werden durch Alkohol sehr unvollständig oder gar nicht

1) Erhitzen mit Natrium und Überführung des eventuell gebildeten Natriumzyanids in Berlinerblau.

2) A. B. Stevens u. A. Tschirch, Pharm. Zentral-H. **46** [1905], 501; Stevens, Amer. Journ. Pharm. **77** [1905], 255; Kehrer, Ber. Dtsch. chem. Ges. **35,** 2525 [1902]. Nach A. Bach (Ber. Dtsch. chem. Ges. **41,** 226 [1908]) gelingt der Nachweis des Stickstoffs in Gummen, wenn man bei der Lassaigneschen Probe statt Natrium Kalium und zwar im Überschuß verwendet.

3) Neubauer, Journ. f. prakt. Chem. **52,** p. 193. Scheibler, Ber. der Deutschen chem. Ges. **1,** p. 58; **6,** p. 612.

gefällt. Die aschehaltigen Verunreinigungen gehen ins Dialysat, die Stickstoffverbindungen[1]) und ein Teil der Farbstoffe in die ersten Fällungen, Zucker, Gerbstoffe und ein anderer Teil der Farbstoffe in die alkoholische Mutterlauge über. Die Anwendung von Essigsäure empfiehlt sich mehr als die von Neubauer[2]) vorgeschlagene der Salzsäure. Die Reinigung der Gummisubstanzen wird durch mehrmalige Umfällung vollendet.

So oder ähnlich dargestellte Produkte wurden, falls sie das weiter unten beschriebene Verhalten zeigten, als Arabin, Araban, Arabinsäure bezeichnet und hierunter ein bestimmtes chemisches Individuum verstanden. Da jedoch das selbst aus gleichartigen Gummisorten verschiedener Provenienz dargestellte »Arabin« inkonstantes optisches Drehungsvermögen und ein ungleichartiges chemisches Verhalten zeigt, muß es als ein Gemenge von allerdings ähnlich gearteten Verbindungen betrachtet werden, welche allgemein als Glukogummisäuren bezeichnet werden mögen. Die Bezeichnung Arabin kann immerhin für das noch nicht in seine Komponenten zerlegte Gemenge von wasserlöslichen »Glukogummisäuren« gebraucht werden, welches aus den natürlichen Gummiarten in beschriebener Weise gewonnen wird und das nachstehende chemische Verhalten zeigt.

1. Die Reaktion des Arabins gegen Lackmus ist entschieden (auch in den natürlichen Gummiarten, wo die Gummisäuren teilweise neutralisiert vorkommen, zwar schwach, aber doch merklich) sauer.

2. Durch verdünnte stärkere Mineralsäuren von nicht oxydierender Wirkung, wie Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure u. dgl., wird Arabin beim Erhitzen, am besten auf dem kochenden Wasserbade, im Verlaufe einiger Stunden vollständig hydrolysiert, einerseits zu Zuckern aus der Gruppe der Pentosen, $C_5H_{10}O_5$, Methylpentosen $C_6H_{12}O_5$, und Hexosen, $C_6H_{12}O_6$, andererseits zu »Gummisäuren«, welche bei weiterer Einwirkung der Säure keine Zucker mehr liefern[3]).

1) O'Sullivan, siehe weiter unten. Doch liegt von Tschirch und seinen Mitarbeitern die Angabe vor, daß sich die Stickstoffsubstanzen des Gummi auf keine Weise von diesem trennen lassen; siehe weiter unten bei den Enzymen der Gummiarten. Nach Fr. Reinitzer (Zeitschrift f. physiol. Chem. **61,** 358 [1909] ist auch eine vollständige Beseitigung des Zuckers aus den Gummen nicht möglich.

2) Journ. f. prakt. Chem. **62,** p. 193; vgl. Löwenthal, Jahresber. über d. Fortschr. d. Ch. u. Ph. 1853, p. 586 und Schmidt, Ann. d. Ch. u. Ph. **51,** p. 33.

3) O'Sullivan, siehe weiter unten. Die Bezeichnung »Gummisäuren« wird hier allgemein für die hydrolytischen Spaltstücke der Gummen verwendet, welche den Charakter von Säuren zeigen und einer weiteren Abspaltung von Zuckerresten nicht mehr fähig sind. In diesem Sinne wäre von der »Geddagummisäure«, »Arabingummisäure«, eventuell von einer »Kirschgummisäure« zu sprechen. Die noch mit Zuckerresten verbundenen Säuren, welche die Komponenten der natürlichen Gummiarten bilden, mögen allgemein als »Glukogummisäuren« bezeichnet werden, was auch für die

Aus dem Gummi der Zuckerrübe haben Hauers und Tollens[1]) durch Hydrolyse mit Kalziumbisulfitlösung eine sehr kleine Menge einer Substanz erhalten, welche nach Zusammensetzung und Eigenschaften arabonsaures Kalzium zu sein schien. Aus den hydrolytischen Nebenprodukten von Tragant vermochten Widtsoe und Tollens[1]) eine minimale Quantität eines Phenylhydrazons zu isolieren, welches an das der Glukuronsäure erinnerte, ohne bestimmt mit dieser Verbindung identifiziert werden zu können. Im Zusammenhange damit sei hier erwähnt, daß S. Zeisel im Säureanteile des Hydrolysats einer Anzahl von Gummisorten mittelst der — allerdings nicht eindeutigen — Naphtharesorzinreaktion von Tollens und mittelst der spektral vervollkommneten α-Naphtholreaktion von Guido Goldschmiedt die Gegenwart von Glukuronsäure oder einer Substanz nachgewiesen hat, welche ihr bezüglich der beiden Farbenreaktionen gleicht. S. Zeisel und A. v. Konschegg konnten außerdem noch feststellen, daß mit 12proz. Salzsäure nicht unbeträchtliche Mengen von Kohlendioxyd auftreten, dessen Menge auch bei Anwendung verdünnterer Mineralsäuren noch merklich bleibt. Bekanntlich zerfällt Glukuronsäure beim Kochen mit Salzsäure von 12 Proz. in Kohlendioxyd und Furfurol. Diese Beobachtungen von Zeisel und Konschegg wurden bisher noch nicht veröffentlicht. Sie sollen noch weiter verfolgt werden. Von Pentosen wurden bei technischen Gummiarten Arabinose, mitunter Xylose, aus Tragant Fukose, d. i. eine Methylpentose, von Hexosen zumeist Galaktose beobachtet[1]). In vereinzelten Fällen trat auch Mannose und Dextrose auf. Holzgummi, welches allerdings nicht zu den eigentlichen Gummiarten gehört, insofern es bei der Hydrolyse keine »Gummisäure« neben Zucker bildet, liefert gar keine Arabinose, sondern die mit ihr isomere Xylose. Die Menge der erhältlichen Pentosen und Hexosen variiert nicht bloß bei verschiedenen Gummisorten, sondern auch bei ein und derselben, wenn sie verschiedener Herkunft ist, innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Aus einzelnen Gummen des Handels ist überhaupt

---

noch zuckerhaltigen Säuren gilt, welche bei schonender Hydrolyse der Gummen intermediär auftreten. Für die abgebauten Säuren aus Traganten wird hier die Bezeichnungsweise O'Sullivans: »Bassorinsäuren« beibehalten.

1) Scheibler, Ber. d. Dtschen. chem. Ges. **1,** p. 58; VI, 612. Kiliani, Ebenda **13,** p. 2304; **15,** p. 34. Claësson, Ebenda **14,** p. 1270. Herzfeld, Zeitschr. d. Ver. f. Rübenzucker-Ind. d. d. R. XLI, p. 667. Guichard, Bl. soc. chim. XIX, p. 9; Hauers und Tollens, Ber. Dtsch. chem. Ges. **36,** 3306 [1903]. Angaben über die hydrolytische Spaltung einzelner Gummisorten bei A. Hilger u. W. E. Dreyfuß, Ber. Dtsch. chem. Ges. **33,** 1178 [1900]; Widtsoe und Tollens, ibid. **33,** 132 [1900]; P. Lameland, Journ. Pharm. Chim. [6] **21,** 289 [1905] und ibid. S. 443; R. Huerre, ibid. [6] **27,** 561 [1908]; Meininger, Arch. d. Pharm. **248,** 171 [1910]; Euler und Fodor, Zeitschr. f. physiol. Chem. **72,** 339 [1911]; W. Schirmer, Arch. d. Pharm. **250,** 230 [1912]; A. Gérard, Bull. Soc. Pharmacol. **18,** 148.

keine Galaktose zu gewinnen. Aus reinster Arabinsäure entsteht bei der Hydrolyse nach Scheibler bloß etwa 80 Proz. ihres Gewichtes an zuckerartiger Substanz.

Dem geschilderten hydrolytischen Verhalten entsprechend zeigt das Arabin die für die Pentosen charakteristischen Farbenreaktionen.

3. Eine gesättigte Lösung von Phlorogluzin in 20proz. Salzsäure gibt beim Erwärmen eine cochenille- bis kirschrote Färbung, später einen dunklen Niederschlag, welcher bei rechtzeitiger rascher Kühlung ausbleibt. Die noch klare rote Flüssigkeit zeigt im Spektrum einen dunklen sehr charakteristischen Absorptionsstreifen genau zwischen den Fraunhoferschen Linien D und E[1]).

4. Eine salzsaure Lösung von Orzin gibt schon in der Kälte eine blauviolette, beim Erwärmen aber erst eine rötliche, dann blauviolette Färbung, zuletzt blaugrüne Flocken, deren alkoholische Lösung einen charakteristischen Absorptionsstreifen zwischen C und D, zum Teile fast auf D liegend, zeigt[2]).

Beide Reaktionen fallen, mit reinen Pentosen ausgeführt, schöner und charakteristischer aus als mit Gummen, weil bei diesen die nebenher entstehenden Hexosen durch die gelbbraune bis braune Färbung oder durch huminähnliche Stoffe, zu deren Bildung sie unter dem Einflusse der erwärmten Salzsäure Anlaß geben, störend wirken.

5. Beim Destillieren mit 12proz. Salzsäure entsteht über die Pentosen und Methylpentosen Furfurol und Methylfurfurol nach: $C_5H_{10}O_5 = C_5H_4O_2 + 3H_2O$ und $C_6H_{12}O_5 = C_6H_6O_2 + 3H_2O$. Das Furfurol läßt sich nach dem Neutralisieren des Destillates durch die Rotfärbung auf Zusatz von Anilinazetat nachweisen. Es läßt sich auch quantitativ als Furfurolphlorogluzid bestimmen und mittelst eines empirisch festgestellten Faktors oder der experimentell fundierten Tabelle von Kröber auf Arabinose (bzw. Xylose) umrechnen[3]). So ergab sich beispielsweise aus Gummi arabicum 27,9 (Günther), aus Kirschgummi

---

1) Wheeler und Tollens, Ber. d. Deutschen chem. Ges. **22,** p. 1046. Allen und Tollens, Ann. d. Chem. **260,** p. 289. Wheeler und Tollens, Zeitschr. d. Ver. f. Rübenzucker-Ind. d. d. R. **39,** p. 848.

2) Reichl, Dingl. **235,** p. 232. Reinitzer, Zeitschr. f. physiol. Chem. **14,** p. 453.

3) Günther und Tollens, Ber. d. Deutschen chem. Ges. **23,** p. 475. de Chalmot und Tollens, Ebenda **24,** p. 695. Stone, Ebenda **24,** p. 3019. Günther, de Chalmot und Tollens, Ebenda **24,** p. 3575. Mann, Krüger und Tollens, Zeitschr. f. angew. Chem. 1896, p. 1; vgl. auch Flint und Tollens, Landw. Vers.-St. **42,** p. 381. Hotter, Ch.-Z. 1893, p. 1743. Councler, Ebenda 1894, Nr. 51. Welbel und Zeisel, M. f. Ch. 1895, p. 283. Kröber, Journ. f. Landw. **48,** 357 [1900]. Votoček, Ber. Dtsch. chem. Ges. **30,** 1195 [1897]; Tollens und Mayer, Journ. f. Landw. **55,** 268 [1907].

45,6 (Chalmot) und 59,05 (Flint und Tollens), aus Tragantgummi 37,28 Proz. Arabinose. Die Methylpentosen werden neben den Pentosen bestimmt, indem man das in diesem Falle aus dem Destillate erhältliche Gemenge von Furfurolphlorogluzid und Methylfurfurolphlorogluzid nach der Wägung durch heißen Alkohol von zweitgenanntem Phlorogluzid befreit und nochmals wägt. Das Restgewicht wird mittelst der Tabelle von Kröber auf Pentose, die Gewichtsabnahme mittelst der Formel von Tollens und Mayer oder deren Tabelle auf Fukose umgerechnet[1]).

6. Durch Behandlung mit Salpetersäure vom spezifischen Gewichte 1,15 bis 1,2 in der Wärme gehen die Gummiarten in die Oxydationsprodukte ihrer Hydrolysate über. Von diesen ist die Schleimsäure $(CH.OH)_4 \cdot (COOH)_2$, entstanden durch das Zwischenglied der Galaktose, infolge ihrer geringen Löslichkeit und ihrer kristallinischen Beschaffenheit besonders leicht zu fassen und quantitativ zu bestimmen[2]). Da konstant 100 Gewichtsteile Galaktose rund 75 Teile Schleimsäure liefern, läßt sich aus der gewogenen Schleimsäure ziemlich annähernd jene Menge Galaktose berechnen, welche bei vollständiger Hydrolyse aus dem untersuchten Gummi entstehen würde.

Nach Kiliani (l. c.) sind jene Gummisorten des Handels, welche relativ wenig (bis zirka 21 Proz.) Schleimsäure liefern, dextrogyr, diejenigen, welche mehr von dieser Säure geben, lävogyr.

Bezeichnung	Charakteristik	Drehungsvermögen (Vorzeichen)	Schleimsäure Prozent
Ostindisches Gummi[3])	Die meisten Stücke topasfarbig, einzelne intensiv gelb, mit Hohlräumen; sehr wenig farblose, wurmförmige Stücke; nur wenige größere Stücke von mehreren Zentimetern Durchmesser.	+	14,3
Mogador-Gummi.	Vorwiegend gelb- bis rotgefärbte mittelgroße Stücke, vermischt mit kleineren farblosen; viel Gewebsteile und Staub; überhaupt sehr unrein und offenbar kein einheitliches Produkt.	+	14,6

1) S. Anm. 3, p. 68.

2) Kiliani, Ber. d. Deutschen chem. Ges. **15,** p. 34. Tollens, Land. Vers.-St. **29,** p. 416.

3) Es handelt sich hier wohl zweifellos um das weiter unten beschriebene Gummi von *Feronia elephantum*, auf welches die oben gegebene, von Kiliani herrührende Beschreibung paßt (siehe Wiesner, Gummi und Harze, p. 33, woselbst schon auf die Rechtsdrehung des *Feronia*-Gummi hingewiesen ist). Welche Gummiarten als »ostindisches Gummi« bezeichnet werden (darunter selbst sog. arabisches Gummi), ist unten im speziellen Teile dieses Abschnittes näher angegeben. Wiesner.

Bezeichnung	Charakteristik	Drehungsvermögen (Vorzeichen)	Schleimsäure Prozent
Nicht näher definierte Gummisorte, welche Claësson (Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **14**, p. 1270) viel Arabinose geliefert hatte.	Kleine, teils farblose, teils gelbe Stückchen.	+	19,5
Gummi arab. Suakin.	Ganz ungleichmäßig; farblose, gelbe und intensiv rotgefärbte Stücke; einzelne wurmförmig und diese schwach gelblich und infolge der vielfach durchfurchten Oberfläche undurchsichtig.	+	21,5
Gummi arab. elect. I.	Fast farblos; meist kleinere kantige Stückchen, offenbar Bruchstücke der beigemengten größeren, rundlichen und von Rissen vielfach durchzogenen Stücke.	+	20,7
Gummi Senegal bas du fleuve.	Sehr große, ganz hellgelbe Stücke ohne Risse, durchsichtig, mit einzelnen großen Lufthöhlen; an der Oberfläche viele warzenartige Erhöhungen.	—	21,0
Arabinsäure.	Nach Neubauer aus links drehendem Gummi (arab. elect.?) dargestellt. a)	—	23,9
	b)	—	24,4
Gummi arab. elect. 0.	Äußerlich von obigem Gummi arab. elect. I kaum zu unterscheiden!	—	23,9
Bestes naturelles Kordofangummi.	Stücke meist größer, wie die der vorhergehenden Sorte; sehr gleichmäßig gelblich, undurchsichtig, rissig.	—	24,0
Austral. Gummi.	Rotbraune Halbkugeln oder Stalaktiten mit einer flachen Seite, an welcher häufig Rindenstücke hängen; Stücke groß.	—	38,3

Die oben gegebene Regel von Kiliani scheint jedoch nicht allgemein gültig zu sein. Denn P. Lameland[1]) hat an einem Aprikosengummi mit 14,9 Proz. Schleimsäure $[\alpha]_D = -1{,}93°$, ferner Meininger[2]) an einem Aprikosengummi mit 30 Proz. Schleimsäure $[\alpha]_D = +54°$ beobachtet.

7. Neben Furfurol entsteht bei der unter 5. angegebenen Reaktion durch die Einwirkung der kochenden Salzsäure auf intermediär gebildete Galaktose Lävulinsäure $C_5H_8O_3$, Ameisensäure und huminähnliche Substanz.

1) Journ. Pharm. Chim. [6] **21**, 443 [1905].
2) Arch. d. Pharm. **248**, 171 [1910].

8. Als untergeordnete Produkte der unter 6. geschilderten Oxydation treten auf: Oxalsäure und andere leicht in Wasser lösliche Säuren, unter welchen man bei eingehenderer Untersuchung unzweifelhaft die der Arabinose zugehörige Trioxyglutarsäure $(CH.OH)_3(COOH)_2$ vielleicht auch Arabonsäure, $C_5H_{10}O_6$, und Galaktonsäure, $C_6H_{12}O_7$, die gewöhnliche Zuckersäure, Mannozuckersäure finden würde und zum Teile auch schon gefunden hat, allerdings bloß in vereinzelten Fällen.

9. Die unter 2. erwähnten »Gummisäuren« hat O'Sullivan[1]) einerseits aus links drehenden Sorten Gummi arabicum, andererseits aus rechts drehenden Geddagummen rein dargestellt. Die aus beiden Gummiarten gewonnenen Säuren waren nach $C_{23}H_{38}O_{22}$ zusammengesetzt, aber die aus arabischem Gummi gewonnene Verbindung erwies sich als von der aus Geddagummi erhaltenen verschieden.

Letztere sei hier als Geddagummisäure, erstere als Arabingummisäure bezeichnet. Geddagummisäure dreht sehr stark nach rechts, die Arabingummisäure ist inaktiv. Beide sind starke Säuren, Dialyte und werden nur durch sehr konzentrierten Alkohol aus ihren wässerigen Lösungen gefällt.

10. Gereinigte Geddagummen vermochte O'Sullivan durch systematische fraktionierte Fällung ihrer wässerigen Lösung in ihre Gemengteile zu zerlegen. Es sind dies Glukogummisäuren der allgemeinen Formel $C_{23}H_{38-2n}O_{22-n} \cdot nC_{12}H_{20}O_{10} \cdot pC_{10}H_{16}O_8$, welche als letzte Produkte der durchgreifenden Hydrolyse sämtlich die erwähnte Geddagummisäure, Arabinose und Galaktose liefern. Sie seien allgemein als p-Arabinan-n-Galaktan-Geddagummisäuren bezeichnet[2]). Bei je einer Gummisorte ist n eine konstante, p eine variable Zahl, das n einer Geddagummisorte jedoch nicht immer gleich dem einer anderen, wie aus nachstehender Zusammenstellung hervorgeht, in welche auch das optische Drehungsvermögen der betreffenden Glukogummisäuren aufgenommen ist.

	p	n	$[\alpha]_D$
Aus Geddagummi I	4	3	+ 59°
	3	3	+ 49°
	2	3	+ 43°
	1	3	+ 37°
» » II	9	4	+ 110°
	7	4	+ 100°
	5	4	+ 90°
	3	4	+ 80°

1) Chem. News **48**, p. 301; **61**, p. 23; **64**, p. 271. Chem. Soc. 1884, I, p. 41; 1891, I, p. 1029. Chem. Centr. 1890, I, p. 346 und 584; 1892, I, p. 137.

2) Oder als p-Arabinan-n-Galaktan-Arabingummisäuren, wenn aus Gummi arab. gewonnen.

	p	n	[α]D
Aus Geddagummi III	?	5	?
Aus Gummi arabicum	2	4	?

Diese Arabinangalaktangummisäuren sind in verdünntem Alkohol um so leichter löslich, je größer ihr Molekulargewicht.

11. Werden obige Arabinangalaktangummisäuren nach O'Sullivan der schonenden Hydrolyse unterworfen, indem man sie mit zweiprozentiger Schwefelsäure 10—30 Minuten auf 80—100° C erwärmt, so werden sie durch Aufnahme von p Molekülen Wasser einerseits zu Molekülen Arabinon, $C_{10}H_{18}O_9$, andererseits zu einer n-Galaktangummisäure gespalten. So liefert z. B. die aus Gummi arabicum erhaltene Diaraban-Tetragalaktan-arabingummisäure[1]) zwei Moleküle Arabinon und ein Molekül Tetragalaktanarabingummisäure. Nur der kleinere Teil des Arabinons bleibt erhalten und kann als ein amorpher Körper erhalten werden, von welchem 100 Teile Fehlingsche Lösung so stark reduzieren, wie 58,8 Teile Dextrose. Die größere Menge des Arabinons verfällt der weiteren Hydrolyse zu Arabinose. [α]D des Arabinons ist +198,5°. Die n-Galaktan-Gummisäuren, von welchen jede Gummisorte bloß je eine liefert, sind gegenüber der zweiprozentigen Schwefelsäure ziemlich resistent. Erst nach mehrstündigem Erhitzen werden sie durch die Säure zu Galaktose und Gedda- beziehungsweise Arabingummisäure gespalten.

Eine dieser Galaktangummisäuren scheint bereits Scheibler in der Hand gehabt zu haben, als er das aus Rübenmark durch Extraktion mit Kalkwasser gewonnene Gummi (»Metapektinsäure«, »Arabinsäure«) zu Arabinose hydrolysierte[2]).

O'Sullivan erhielt

aus	Name	[α]D
Geddagummi A	Trigalaktangeddagummisäure	+ 20°
» B	Tetragalaktangeddagummisäure	+ 22°
» C	Pentagalaktangeddagummisäure	+ 30°

12. Analyse und Molekulargewichtsbestimmung führen O'Sullivan zur Arabinonformel $C_{10}H_{18}O_9$, welche oben antizipiert wurde. Arabinon steht demnach zur Arabinose in demselben Verhältnisse wie etwa Maltose zur Dextrose.

13. Die Hydrolyse der Gummiarten durch Säuren ist demnach ein äußerst verwickelter Prozeß und, wenn auch bei weitem nicht so kompliziert, einigermaßen vergleichbar der der Stärke durch Diastase.

---

1) O'Sullivan nennt sie Diaraban-Tetragalaktan-Arabinsäure.

2) Ber. d. Deutschen chem. Ges. **1,** p. 58 und 108; **6,** p. 612; vgl. Lippmann, Chemie d. Zuckerarten. 1895, p. 932.

14. Die Gummiarten enthalten alkoholische d. h. durch Säurereste ersetzbare Hydroxyle. Von esterartigen Verbindungen, welche durch eine derartige Substitution entstanden sind, werden in den Handbüchern[1]) beschrieben: ein Dinitrat $C_{12}H_{18}O_8(NO_3)_2$ aus Gummi arabicum und rauchender Salpetersäure, farblos, amorph, löslich in Alkohol, verpuffend, rechtsdrehend; Arabinsäure-Tetranitrat, $C_{12}H_{16}N_4O_{18}$ aus Arabin und Salpeter-Schwefelsäure mit ähnlichen Eigenschaften; Arabinsäuretetraazetat $C_{12}H_{16}O_6(CH_3COO)_4$ aus Arabin und Essigsäureanhydrid bei 150°, unlöslich in Wasser, löslich in Chloroform und in Essigäther; Arabinsäurehexazetat $C_{12}H_{14}O_4(CH_3COO)_6$ aus Arabin und überschüssigem Essigsäureanhydrid, ähnlich dem vorigen, ein Benzoat usw. Die für diese Arabinester angegebenen Formeln sind sämtlich mehr als bloß fraglich. Ebenso die der in nachfolgendem angeführten Verbindungen.

Für Arabin wurde aus der Elementaranalyse von Neubauer u. a. die Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ abgeleitet, falls es bei 100°, $C_6H_{10}O_5$, falls es bei 120°—130° C getrocknet war, für dessen salzartige Abkömmlinge: $CaO \cdot 6C_{12}H_{22}O_{11}$, $CaO \cdot 2C_{12}H_{22}O_{11}$, $BaO \cdot 2C_{12}H_{22}O_{11}$, $K_2O \cdot 3C_{12}H_{22}O_{11}$, $2PbO \cdot 3C_{12}H_{22}O_{11}$, usw. Identische oder ähnliche Formeln hat man in der Folge auch für andere Gummiarten der Arabingruppe in Anspruch genommen. Man muß jedoch ohne weiteres zugeben, daß diese Formeln mit dem ganzen eben dargelegten Verhalten in hellem Widerspruche stehen, wenn es auch richtig ist, daß sie mit den unmittelbaren Ergebnissen der Elementaranalyse — aber nur mit diesen — meist ziemlich gut übereinstimmen. Sobald einmal feststeht, daß durch Hydrolyse der Gummiarten neben Glykosen Substanzen von so ausgeprägtem Säurecharakter entstehen, wie es die »Gummisäuren« sind, kann das Gewichtsverhältnis zwischen Wasserstoff und Sauerstoff nicht durch 1 : 8 ausgedrückt werden, wie dies bei den Neubauerschen und ähnlichen anderen Formeln der Fall ist. Denn jene Säuren enthalten unzweifelhaft mindestens eine Karboxylgruppe (— COOH) und dies führt zu einem Überschuß von Sauerstoff über jenes Verhältnis in den Gummiarten selbst. Diese Abweichung muß nicht notwendigerweise in der Elementaranalyse zum Ausdruck gelangen, nämlich dann nicht, wenn ihr analytischer Effekt innerhalb der Fehlergrenzen der Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmungen fällt. Dies kann jedoch nur dann eintreten, wenn die Moleküle der betreffenden Verbindungen sehr groß sind. Auch vom Gewichtsverhältnisse zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff gilt das Gleiche.

Diese Erwägungen führen somit zum Schlusse, daß die Gummimoleküle eine große Zahl von Atomen ihrer elementaren Bestandteile ent-

---

1) F. Beilstein, Handbuch der organischen Chemie und E. O. v. Lippmann, Chemie der Zuckerarten.

halten müssen. Er wird bestätigt durch die kolloidale Beschaffenheit der Gummen, welche für das Gummi arabicum bereits von Graham[1]) nachgewiesen wurde.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, durch Anwendung der modernen »osmotischen« Methoden zu einer Molekulargewichtsbestimmung der Gummen zu gelangen. So leiten Gladston und Hibbert[2]) aus kryoskopischen Beobachtungen an Lösungen von Gummi arabicum einen Wert von ungefähr 2000 ab. Allerdings hat u. a. Armstrong[3]) gegen die Anwendung dieses Verfahrens auf die Molekulargewichtsbestimmung kolloidaler Substanzen Bedenken erhoben, indem er darauf hinwies, daß gegenüber den in solchen Fällen zu beobachtenden sehr kleinen Gefrierpunktsdepressionen die unvermeidlichen Fehler der Methode zu groß sind. Ferner wurde den »kolloidalen Lösungen« der Charakter eigentlicher Lösungen überhaupt abgesprochen und sie für bloße Suspensionen oder auch Quellungsprodukte erklärt. Linebarger[4]) hat jedoch gezeigt, daß einige Kolloide, darunter auch Gummi arabicum, einen beträchtlichen osmotischen Druck aufweisen, was bei Annahme einer bloßen Suspension oder Quellung ausgeschlossen wäre. Aus der Messung des osmotischen Druckes von Gummilösungen ergibt sich ihm das Molekulargewicht von ungefähr 2400. Selbstverständlich führen solche Bestimmungen — abgesehen vom Einflusse der Fehler der Methode — nur zu beiläufigen Werten, wenn, wie es hier vermutlich der Fall war, die untersuchte Substanz nicht chemisch homogen ist. Immerhin ist es jedoch sehr bemerkenswert, daß die oben dargelegten Untersuchungen O'Sullivan bei dem von ihm studierten Gummi arabicum zur Formel $(C_{10}H_{16}O_8)_2$-$(C_{12}H_{20}O_{10})_4C_{23}H_{30}O_{18} = C_{91}H_{142}O_{74}$ führen, welcher das Molekulargewicht 2418 entspräche, also ein Wert, der mit dem Linebargerschen auffallend übereinstimmt.

Jene Gummiarten, welche in Wasser nicht vollkommen löslich sind[5]), hinterlassen beim Kolieren der Lösungen einen gequollenen, froschlaichartigen oder gallertigen Rückstand, welcher sich, wenn überhaupt, nur in sehr großen Mengen Wasser löst und je nach seinen Eigenschaften und seiner Herkunft als Zerasin oder Bassorin bezeichnet wurde. So

---

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. **121,** p. 56.

2) Chem. News **59,** p. 277; vgl. Sabanejeff, Zeitschr. f. physik. Chem. **9,** p. 89.

3) Chem. News **40,** p. 46.

4) Am. Journ. of sc. (3) 426. Ber. d. Deutschen chem. Ges. **25,** Ref., p. 493 und 799. Sill. Journ. 1892, p. 218.

5) Von der Besprechung der Gummiharze, deren Gummianteil übrigens zumeist in die Arabingruppe gehört, wird an dieser Stelle abgesehen.

enthalten Kirschgummi und andere nahestehende Gummiarten Zerasin, Tragantgummi Bassorin (Tragantin).

Zerasin wird als eine farblose, in Wasser und Alkohol unlösliche Substanz beschrieben, im trockenen Zustande spröde. Mit Alkalikarbonatlösungen gekocht, scheidet es Kalziumkarbonat aus, wobei es in Lösung geht. Es enthält demnach Kalzium in salzartiger Bindung und besteht aus einer Substanz sauren Charakters oder deren mehreren. Zerasin zeigt, von den gebundenen Basen befreit, in seinem physikalischen und chemischen Verhalten große Ähnlichkeit mit einer unlöslichen Modifikation des Arabins, welche beim vollständigen Austrocknen desselben schon bei gewöhnlicher Temperatur (rascher bei höherer) entsteht und als Metarabinsäure bezeichnet wurde. Wie diese soll auch Zerasin durch Alkalien in lösliches Arabin übergeführt werden. Das Zerasin des Kirschgummis wird nach Garros[1]) auch durch ein in diesem befindliches Enzym in lösliches Arabin umgewandelt. Hingegen ist das Enzym des Kirschgummis unwirksam gegenüber der zerasinartigen Substanzen anderer Gummiarten. Daraus würde hervorgehen, daß das, was in der Gummiliteratur als Zerasin bezeichnet wird, nicht immer dieselbe Substanz repräsentiert. In keinem Falle ist ein Beweis für die chemische Individualität des »Zerasins« erbracht. Immerhin kann dieser Name als Bezeichnung für einen Typus vorläufig beibehalten werden. Nach Martin[2]) soll bei schonender Hydrolyse des Kirschgummis die kristallisierte Zerasinose entstehen, welche beim Erwärmen mit salzsäurehaltigem Wasser auf 100° C und auch spontan bei längerem Aufbewahren in Arabinose übergehen soll. Doch ist die Existenz dieses Zuckers als chemisches Individuum fraglich. Das Gleiche gilt auch bezüglich der von Garros[3]) aus Kirschgummi gewonnenen Prunose, einer Pentose, deren Chloralverbindung nicht mit voller Bestimmtheit als von der Arabinose verschieden erklärt werden konnte[4]). Zerasin reduziert ebensowenig wie Bassorin Fehlingsche Lösung.

Tragante liefern je nach der Sorte beim Erhitzen mit verdünnten nicht oxydierenden Mineralsäuren verschiedene Monosen[5]): weißer Blättertragant vorwiegend Xylose, gelblicher oder brauner Tragant in unregelmäßigen Stücken hauptsächlich Arabinose. Außerdem ist aus allen Sorten mittelst des Phenylhydrazons etwas Fukose, d. i. eine Methylpentose erhalten und durch Überführung in Schleimsäure und

---

1) Bull. soc. chim. [3] **7,** p. 625.
2) Sachsse, Photochem. Untersuchungen. Leipzig 1880, p. 78.
3) Bull. Soc. Chim. Paris [3] **11,** 595.
4) Henriot, Chemiker-Zeitung **19,** 456 [1895].
5) Widtsoe und Tollens, Ber. Dtsch. chem. Ges. **33,** 132 [1900].

Zuckersäure wenig Galaktose und Dextrose nachgewiesen worden. Mit Vorstehendem steht allerdings der Befund von A. Hilger und W. E. Dreyfuß[1]) in Widerspruch, welche aus 5 verschiedenen Tragantsorten des Handels 15—22,4 Proz. und 30—42 Proz. Arabinose erhalten haben und nach Destillation der Tragante mit 12prozentiger Salzsäure neben dem Furfurol kein Methylfurfurol nachzuweisen vermochten, somit die Abwesenheit von Methylpentoseresten in den Traganten annehmen mußten.

Das Bassorin — gleichfalls vorläufig ein Typus und kein Individuum — ist farblos, in Wasser wenig löslich jedoch quellbar. Bassorin-Gallerten und -Lösungen reagieren neutral. Unmittelbar aus den Gummen abgeschieden, enthält es keinerlei Metalle in salzartiger Bindung, bestimmt kein Kalzium. In kochenden Lösungen von Alkalikarbonaten (auch von ätzenden Alkalien) löst es sich wie das Zerasin, jedoch ohne Abscheidung von $CaCO_3$. Im trockenen Zustande ist es nicht spröde, sondern zäh.

Weder Zerasin noch Bassorin reduzieren Fehlingsche Lösung.

O'Sullivan[2]) hat im leicht löslichen Anteil des Tragants Substanzen aufgefunden, welche dem Geddagummi ähnlich und fast ebenso stark lävogyr waren als dieses dextrogyr. Sie zeigten die Zusammensetzung und das Verhalten von Polyarabinantrigalaktangummisäuren. Die wichtigste derselben ist nach 11 $C_{10}H_{16}O_8 \cdot 3\,C_{12}H_{20}O_{10} \cdot C_{23}H_{36}O_{20} \cdot H_2O$ zusammengesetzt. Sie wurde als Baryumsalz analysiert, lieferte bei der Hydrolyse Arabinose und zeigte $[\alpha]_D = -88°$. Im weniger, bzw. nicht löslichen Anteile des Tragants waren neben dem nicht ganz rein zu gewinnenden Bassorin Zellulose und Stärke nachzuweisen. Das Bassorin erwies sich als eine Säure von $[\alpha]_D = +38°$, deren Baryumsalz dargestellt wurde. Überschüssiges Alkali erzeugte aus derselben α- und β-Tragantanxylanbassorinsäure. Die α-Säure, $C_{24}H_{34}O_{20} \cdot H_2O$, mit $[\alpha]_D = +138{,}2°$ bis $+138{,}6°$ ist in kaltem Wasser löslich und liefert ein lösliches Kalzium- und ein weniger lösliches Baryumsalz, $C_{24}H_{34}O_{20} \cdot BaO$. Sie geht, mit 5proz. Schwefelsäure durch 20 Minuten auf 98° C erhitzt, in Tragantose, $C_5H_{10}O_5$, über mit $[\alpha]_D = -30°$. (Die von Tollens und seinen Mitarbeitern aus Tragant und aus Fukusarten dargestellte Fukose zeigt $[\alpha]_D$ = etwa $-74{,}5°$[3]).) Neben Tragantose entsteht die unlösliche Xylanbassorinsäure, $C_{19}H_{28}O_{17}$, mit $[\alpha]_D = +200°$, welche leicht lösliche Alkali- und unlösliche Erdalkalisalze liefert, so $C_{19}H_{26}O_{17}Ba$. Fortgesetzte Hydrolyse der Xylanbassorinsäure mit Schwefelsäure von

---

1) Ibid. **33,** 1178 [1900]; vgl. Tollens, ibid **34,** 1470 [1901].

2) Proceedings Chem. Soc. **17,** 136 [1901].

3) Widtsoe und Tollens, l. c.

5 Proz. führt unter Abspaltung von Xylose zur Bassorinsäure, $C_{14}H_{20}O_{13}$, unlöslich in kaltem Wasser, in alkalischer Lösung $[\alpha]_D = +255°$ zeigend, dem Baryumsalz $C_{14}H_{18}O_{13}Ba$ zufolge zweibasisch, wie auch die beiden ihr vorangehenden Säuren. Die β-Tragantanxylanbassorinsäure hinterbleibt nach dem Lösen der α-Säure in kaltem Wasser als krümelige Masse mit $[\alpha]_D = +163°$ bis 164°. Ihre Erdalkali- und Schwermetallsalze sind sehr wenig löslich. Durch verdünnte Schwefelsäure wird sie zu denselben Produkten hydrolysiert wie die α-Säure. In welcher Beziehung die von O'Sullivan aus Tragant dargestellten Säuren zu dem von Hilger und Dreyfuß[1]) durch Einwirkung von kalter Alkalilauge auf Tragantgummi gewonnenen Oxybassorin $(C_{11}H_{20}O_{10})_2O$ steht, welches von Tollens[2]) wegen seiner Fähigkeit, mit Basen Salze zu bilden, als Karbonsäure angesehen wird, ist nicht bekannt.

Die Enzyme der Gummiarten.

Die Enzyme, welche die Gummiarten stets begleiten, lassen sich aus diesen auf keine Weise isolieren. Nach A. B. Stevens und A. Tschirch[3]) deutet dies auf die chemische Bindung der Enzyme durch die Gummisubstanzen hin. Indes ist diese Schlußweise keineswegs zwingend, da die Untrennbarkeit beider Stoffarten auch bloß durch die kolloide Beschaffenheit derselben bedingt sein kann, ohne daß sie miteinander im eigentlichen Sinne chemisch verbunden sein müßten. Auch sonst haben sich ja die Enzyme, selbst Kolloide, als untrennbar von ihren kolloiden Trägern erwiesen. Man braucht in allen diesen Fällen nicht einmal immer an Adsorptionsverbindungen zu denken. Von Gummifermenten sind gegenwärtig mit Sicherheit bekannt: zwei Oxydasen, eine Peroxydase, zwei Amylasen, Emulsin und Myrosin. Die Gegenwart von zellulose- oder hemizelluloselösenden Fermenten im Gummi wird zwar von vielen Autoren, welche Betrachtungen über die Entstehung der natürlichen Gummiarten angestellt haben, und auch von anderen für wahrscheinlich gehalten[4]), konnte jedoch bis nun niemals experimentell nachgewiesen werden. Vielleicht handelt es sich da um Stoffe von äußerster Labilität und entsprechend kurzer Wirksamkeitsdauer in den bereits ausgeflossenen Gummen. Durch genügend starkes und langes Erhitzen, sowie durch stärkere Säuren werden die Gummen enzymatisch inaktiv.

---

1) l. c.

2) Widtsoe und Tollens, l. c.

3) A. B. Stevens und B. Tschirch, Pharm. Zentral-H. **46**, 501 [1905]. A. B. Stevens, Americ. Journ. Pharm. **77**, 255 [1905].

4) Siehe hierüber weiter unten im Abschnitte über Entstehung der Gummiarten.

Die Gegenwart der Oxydasen befähigt die natürlichen Gummiarten, bei Anwesenheit von inaktivem Sauerstoff auch ohne die Gegenwart von Peroxyden, Guajakharzemulsion zu bläuen[1]), und auch zu anderen katalytischen Oxydationswirkungen. Solche sind: Überführung von Pyrogallol, 1, 2, 3 $C_6H_3(OH)_3$, in Purpurogallin oder Pyrogallochinon, $C_{18}H_{14}O_9$[2]), Oxydation von anderen Phenolen, Phenoläthern, aromatischen Aminen, manchen Drogenbestandteilen[3]).

Die Guajakbläuung, welche erst von Schönbein[4]) als eine Oxydationserscheinung erkannt und für eine Fermente im allgemeinen anzeigende Reaktion gehalten wurde, kommt auch der Malzdiastase zu und wurde geraume Zeit als für diese charakteristisch angesehen. Dieser und auch andere Umstände, vor allem aber die unzweifelhafte, von J. Wiesner[5]) zuerst festgestellte Verflüssigung von Stärkekleister durch Gummilösungen, haben diesen veranlaßt, »das Gummiferment«, damals für singulär gehalten, als ein diastatisches Enzym anzusprechen. Nachdem jedoch Baranetzky[6]) gefunden hat, daß diastatische Fermente existieren, denen die Fähigkeit der Guajakbläuung abgeht, und damit im Einklange Fr. Reinitzer[7]) eine ungleiche Verteilung der Oxydase-, Peroxydase- und Amylasewirkung in verschiedenen Gummisorten beobachtet hat und endlich auf Grund der gegenwärtig herrschenden Lehre von der Spezifizität der Enzymwirkungen muß man heute wohl einerseits die oxydationsbeschleunigende Wirkung der intakten Gummilösungen, andererseits die Katalyse der hydrolytischen Spaltung der gequollenen Stärke zwei verschiedenen Arten von Enzymen, jene den Oxydasen, diese den Amylasen zuschreiben.

Daß Anlaß besteht, mindestens zwei Oxydasen in den Gummen anzunehmen, erhellt aus folgendem: Die guajakbläuenden Oxydasen des arabischen Gummi, des Senegalgummi, des Gummianteils des Gummiharzes von *Rhus vernix L. (Rhus vernicifera DC.)* teilen mit der Laccase des Gummilacks die Fähigkeit, das Harz des letzteren wie auch das

---

1) Göttling, Bull. de Pharm. **1,** 220 [1809]; Boulay, ibid. **1,** 225; Schönbein, Journ. f. Chem. **55,** 198 [1868].

2) Struve, Ann. Chem. Pharm. **163,** 162 [1872]; Clermont und Chanton, Compt. r. de l'Acad. des sciences **95,** 1254 [1882].

3) E. Bourquelot, Journ. Pharm. Chim. [6] **19,** 473 [1904]; bezüglich Umwandlung von Morphin in Oxymorphin vgl. R. Firbas, Pharm. Post. **38,** 374 [1906].

4) Journ. f. prakt. Chem. **106** [1869].

5) J. Wiesner, Über das Gummiferment; Sitzungsber. d. K. Akad. d. W. Wien, mathem.-naturwissensch. Kl. **92,** I, 40 [1885].

6) Die stärkeumbildenden Fermente. Leipzig 1878.

7) Zeitschr. f. physiol. Chem. **61,** 358 [1909]. An diese Abhandlung lehnt sich vorliegende Darstellung vielfach an. Daselbst auch eine erschöpfende Zusammenstellung der Literatur über die Gummi-Enzyme.

Harz von *Rhus vernix* an der Luft zu schwärzen und zur Erhärtung zu bringen, während die Oxydase des Kirschgummi zwar Guajakharz bläut, jedoch keine laccaseartige Wirkung zeigt[1]). Man verfügt gegenwärtig nicht über die Möglichkeit, das gewiß nicht ausgeschlossene gemeinsame Vorkommen von Laccase und nicht laccaseartiger Oxydase festzustellen. Die mit Gummi vergesellschafteten Oxydasen werden von Tschirch als Gummasen bezeichnet, was Fr. Reinitzer[2]) nicht für zweckmäßig hält.

Die Oxydasen des Akaziengummi und anderer Gummiarten wirken auf Phenole auch in saurer Lösung; die Bläuung des Indophenolreagens (α-Naphthol, p-Phenylendiamin und Alkalikarbonat in wässeriger Lösung) erfolgt rasch, die Oxydation von freiem Anilin langsamer, die von Anilinsalzen noch träger; Dimethyl-p-Phenylendiamin in schwach alkalischer Lösung wird nur langsam und unbedeutend gebläut. Die Gummilösungen, welche die aufgezählten Oxydationswirkungen und noch andere zeigten, erwiesen sich frei von Nitriten und Manganverbindungen, jedoch nicht ganz frei von Eisen. Überschüssige Dextrose beeinträchtigte die Guajakbläuung nicht, wohl aber Tannin. Die absolute Unwirksamkeit der Gummilösungen gegen Thyrosin beweist die Abwesenheit der Thyrosinase. Die Oxydationswirkungen erfolgen wie bei eigentlicher Laccase auch ohne Mitwirkung von Manganverbindungen, werden jedoch durch Manganosulfat merklich verstärkt. Einstündiges Dämpfen oder 18stündiges Erhitzen auf 70° C vernichtet die Wirkung der Gummioxydasen. Die Guajakbläuung blieb bei einer der von Reinitzer geprüften Gummisorten — weiches Kordafangummi, bezogen von Kahlbaum — ganz aus, und war bei einem frischen Zwetschgengummi sehr schwach, bei einem ebensolchen Marillengummi schwach. Tragant erwies sich immer als frei von Oxydase. Es ist bemerkenswert, daß auch die angeführten oxydasefreien oder oxydasearmen Gummen die Amylasewirkung zeigten[3]).

Eine Peroxydase, d. i. ein Enzym, welches die Abspaltung des loser gebundenen Anteils des Sauerstoffs von Peroxyden und hierdurch indirekte Oxydationen katalysiert, daher u. a. auch bewirkt, daß Guajakharzemulsion durch Wasserstoffsuperoxyd gebläut wird[4]), wurde von Reinitzer[3]) in solchen Sorten von Gummi nachgewiesen, welche entweder keine Oxydasen oder bloß Spuren derselben enthielten, oder deren

---

1) Yoshida, Jour. Chem. Soc. **43,** 472 [1883]; Bertrand, Compt. r. de l'Acad. des sciences **118,** 1215 [1894] und **120,** 268 [1895]; A. B. Stevens und J. E. Warren, Amer. Journ. Pharm. **79,** 499 [1907].

2) l. c.

3) Fr. Reinitzer, l. c.

4) Wasserstoffsuperoxyd allein ruft keine oder richtiger bloß eine äußerst langsam verlaufende Guajakbläuung hervor.

Oxydase durch geeignetes Erhitzen (siehe oben) vernichtet worden war. Die Peroxydase ist sowohl bei gewöhnlicher[1]) als auch bei höherer Temperatur widerstandsfähiger als die Oxydasen. Sie wird erst durch 48stündiges Erhitzen auf 70° C unwirksam.

Daß auch die Peroxydasewirkung nicht den Amylasen im allgemeinen an sich zukommt, somit auch nicht den amylolytischen Enzymen der Gummen, folgt aus dem von J. Jakobson[2]) erbrachten Nachweise der Möglichkeit, diese Wirkungen bei Diastaselösungen zu zerstören, bevor noch die amylolytischen Eigenschaften verschwunden sind, und aus der Auffindung einer Amylase in *Penicillium glaucum*[3]), welche keine Peroxydasewirkung zeigt.

Amylasen. Die Entdeckung einer Amylase in den Gummen ist, wie bereits oben erwähnt, J. Wiesner zu danken. Dieser vermochte wohl die Verflüssigung von Stärkekleister durch Gummilösungen, nicht aber die Verzuckerung der Stärke zu beobachten. Fr. Reinitzer[4]) und Béchamps[5]) haben jedoch letztere nachgewiesen. V. Grafe[6]) hat den Wiesnerschen Befund bestätigt. A. B. Stevens und J. E. Warren[7]) geben an, daß die sonst starke enzymatische Wirkungen zeigende wässerige Lösung des Gummi von *Rhus vernix* innerhalb 96 Stunden bei 40° C aus Stärkekleister keinen reduzierenden Zucker entstehen ließ. Aus den Versuchen von Fr. Reinitzer[8]) geht hervor, daß die Fähigkeit, Stärke einerseits bis zu Maltose, andererseits bloß bis zu Dextrinen, darunter Erythrodextrin, abzubauen, auf verschiedene Gummisorten verschieden verteilt ist, und daß Sublimatlösung von 0,05 bis 0,1 Proz. und geeignete Einwirkung von Wärme die Zuckerbildung vollständig verhindert, die Dextrinbildung jedoch bloß herabsetzt. Er schließt hieraus mit vollem Rechte, daß im Gummi zwei Amylasen existieren: eine saccharifizierende und eine bloß dextrinbildende, von denen die erstere die weniger resistente ist. Unter diesen Umständen scheint es doch wohl nicht ausgeschlossen, daß Wiesner und die mit ihm übereinstimmenden Forscher Gummiproben in Händen gehabt haben, in welchen vom zuckerbildenden Enzym nichts oder so wenig vorhanden war, daß sich dessen Wirkung der Wahrnehmung entzog.

---

1) R. Huerre, Journ. Pharm. et Chim. [6] **27,** 561 [1908].

2) Zeitschr. f. physiol. Chem. **16,** 340 [1892].

3) Grüß, Festschr. f. Schwendener 1899, p. 187; vgl. Raciborski, Ber. Dtsch. bot. Gesellsch. **16,** 56 [1898].

4) Zeitschr. f. physiol. Chem. **14,** 453 [1890].

5) Bull. Soc. Chim. Paris [3] **9,** 45 [1893].

6) Wiesner-Festschrift 1908, p. 253; Zeitschr. f. physiol. Chem. **63,** 106 [1909].

7) Amer. Journ. Pharm. **79,** 499 [1907].

8) Zeitschr. f. physiol. Chem. **61,** 352 [1909] und **64,** 164 [1910].

Keine der beiden Gummiamylasen vermag Rohrzucker oder arabisches Gummi zu spalten (Béchamps). Unverkleisterte Stärke bleibt trotz der vereinigten Wirkung sämtlicher Gummienzyme durch 8 Tage unverändert und vom Stärkekleister bleibt je nach seiner Herstellungsweise, der Stärkesorte und der Temperatur während der Einwirkung ein mehr oder weniger großer Anteil, unter günstigsten Umständen fast nichts, ungelöst. Der ungelöste Rückstand wird von Jod nicht gebläut. Die Gummiamylasen werden von Fibrin adsorbiert. Durch Filtration mittelst eines Pukallfilters gelingt es, das saccharifizierende Enzym ganz oder fast ganz im Filtrationsrückstande zu behalten, derart, daß das Filtrat nur mehr Dextrin aus Stärke bildet. Beide Amylasen werden durch 1stündiges Dämpfen vernichtet. Nach 58stündigem Erhitzen auf 70° C ist die dextrinbildende Amylase zum Teile noch vorhanden, die zuckerbildende unwirksam geworden (Reinitzer).

Andere Enzyme. Volcy-Boucher[1]) hat in etwa 30 Gummisorten, Gummigerbstoffen und Gummiharzen Emulsin, und zwar um so mehr nachgewiesen, je reicher das Naturprodukt an Gummi war, besonders viel in den Gummiharzen der Araucariaarten. Im Moringagummi fand sich neben dem Emulsin auch Myrosin.

III. Entstehung des Gummi in der Pflanze.

Früher hielt man die Gummiarten durchweg für Sekretionsprodukte der Pflanzen. Neuere Untersuchungen haben ganz bestimmt dargetan, daß einige auf ihre Entstehung genau untersuchte Gummiarten durch chemische Metamorphose aus ganzen Geweben hervorgehen. Vorzugsweise wird das Material der Zellwände in die Gummimetamorphose hineingezogen. H. v. Mohl[2]) hat den Nachweis geliefert, daß der Tragant die Strukturverhältnisse jener Gewebe (Markstrahlen und Anteile des Markes), aus denen er entstand, besitzt. Die Struktureigentümlichkeiten sind im Tragant allerdings manchmal mehr oder minder verwischt, fast immer aber noch nachweisbar. Die Zellwände sind stark aufgequollen, innerhalb derselben treten noch zahlreiche Stärkekörner unverändert auf (Fig. 10). Nach Wigand[3]) soll auch das Kirschgummi durch chemische Umwandlung aus Zellwänden hervorgehen. Ich habe schon vor Jahren gezeigt[4]), daß das Gummi der *Moringa pterygosperma* und des *Cochlospermum gossypium* genau so wie Tragant entstehen, und daß bis jetzt noch keine

1) Bull. de Science Pharmacol. **15,** 304 [1908].

2) Bot. Zeit. 1857, p. 32ff.

3) Desorganisation der Pflanzenzelle. Pringsheims Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik. III, p. 136ff.

4) Gummi und Harze, p. 15.

Gummiart aufgefunden wurde, welche so ausgezeichnet die Strukturverhältnisse der Gewebe, aus denen es entstanden ist, behalten hat, als das Gummi der erstgenannten Pflanze (Fig. 11).

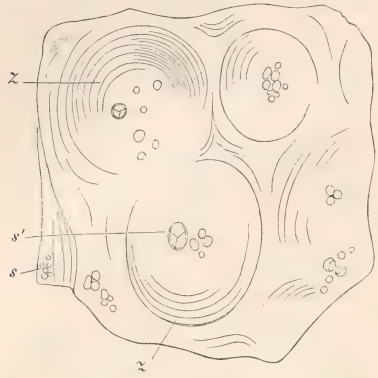


Fig. 10. Vergr. 350 mal. Längsschnitt durch einen Blättertraganten von Smyrna. *s* einfache, *s'* zusammengesetzte Stärkekörnchen. *zz* Zellwandreste.

Die Entstehung der drei genannten Gummiarten durch chemische Metamorphose ganzer Gewebe unter Umwandlung von Zellulose in Gummisubstanzen ist auch von späteren Forschern, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, als richtig anerkannt worden[1]). Allein gegen die Aussage, daß das pathologische Gummi stets auf diese Weise entstehe und namentlich gegen die Auffassung, als würden nur die vollkommen

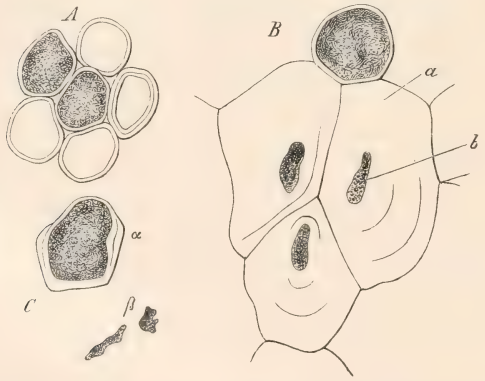


Fig. 11. Vergr. 400 mal. Gummi der *Moringa pterygosperma Gärt.* *A* in verdünntem Alkohol. Zellen unverändert. *B* in Wasser präpariert. *a* quellende Zellwand. *b* gefärbter, in Wasser unlöslicher Zellinhalt. *C α β* Zellreste, welche nach der Erschöpfung des Gummi mit Wasser zurückbleiben.

1) F. v. Höhnel, Berichte der Deutschen Bot. Ges. VI (1888). Tschirch vertritt aber den Standpunkt, daß der Tragant nicht durch chemische Metamorphose aus Zellulose hervorgehe, sondern schon in Form von Schleimmembranen angelegt wird (Harze und Harzbehälter. Leipzig, 2. Aufl., 1906, Bd. I, p. 889).

ausgewachsenen oder gar schon abgestorbenen Gewebe der Gummimetamorphose unterliegen, wurden gerechtfertigte Bedenken geäußert, zuerst von Hofmeister, dann von Frank, Höhnel u. a. Es wurde die Vermutung geäußert, daß auch der Inhalt lebender Zellen an der Gummosis beteiligt sein kann und daß in manchen Fällen die Zellulose nur in geringem Maße an der Entstehung des Gummi Anteil nimmt.

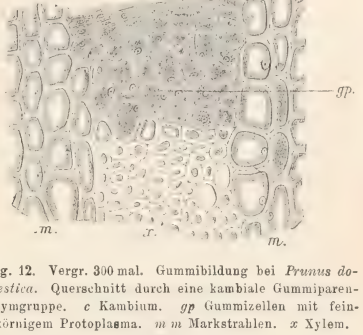


Fig. 12. Vergr. 300 mal. Gummibildung bei *Prunus domestica*. Querschnitt durch eine kambiale Gummiparenchymgruppe. *c* Kambium. *gp* Gummizellen mit feinkörnigem Protoplasma. *m m* Markstrahlen. *x* Xylem. (Nach Mikosch.)

Eine eingehende und gründliche Untersuchung über die Entstehung des Kirschgummi verdanken wir Mikosch[1]). Er zeigte, daß der stets pathologische Prozeß der Bildung des Kirschgummi auf einen Verwundungsreiz zurückzuführen ist, welcher das ganz jugendliche, noch in Teilung befindliche Gewebe

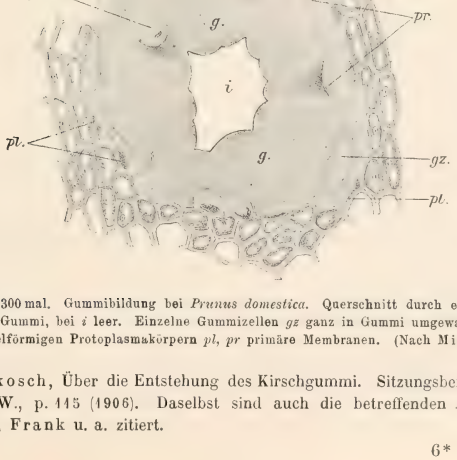


Fig. 13. Vergr. 300 mal. Gummibildung bei *Prunus domestica*. Querschnitt durch einen kambialen Gummiraum. *g* Gummi, bei *i* leer. Einzelne Gummizellen *gz* ganz in Gummi umgewandelt, einzelne mit sichelförmigen Protoplasmakörpern *pl*, *pr* primäre Membranen. (Nach Mikosch.)

1) K. Mikosch, Über die Entstehung des Kirschgummi. Sitzungsber. der Wiener Akademie d. W., p. 115 (1906). Daselbst sind auch die betreffenden Arbeiten von Hofmeister, Frank u. a. zitiert.

affiziert. Die Gummibildung hebt also hier im Kambium an. Dieser Wundreiz äußert sich dahin, daß in der Jungholzregion keine normalen Holzelemente, sondern ein dünnwandiges Parenchym (Gummiparenchym) gebildet wird, zu welchem Gewebe ein lebhafter Zug von assimilierten Substanzen stattfindet, welche nicht zur Wand- sondern zur Gummibildung verwendet werden. Das Gummi entsteht hier in der lebenden Substanz der Gummizellen. Die Gummibildung schreitet in der Membran von innen nach außen fort, so daß die primäre Membran zuletzt der Gummimetamorphose unterliegt. Schon hieraus geht hervor, daß auch die Zellulose der Membran zur Gummibildung verwendet wird. Bei fortschreitender Gummosis werden auch die Markstrahlen in diesen Prozeß einbezogen, so daß nunmehr noch größere Mengen von Zellulose an der Gummibildung Anteil nehmen[1]).

Fig. 14. Beginn der Gummibildung in den Phloëmsträngen der Rinde von *Acacia Senegal* bei *g* und *s*. *r* Phloëmparenchym. (Nach J. Moeller.)

Die Entstehung des Kirschgummi ist ebenso sichergestellt wie die des Tragants und des Moringa- und Kochlospermumgummi). Man erkennt, daß der Bildungsmodus in beiden Fällen ein verschiedener ist. Es muß also die ältere Ansicht, daß das pathologische Gummi in der Pflanze stets in der gleichen Weise erfolgt und die fertigen Gewebe unter Umwandlung der Zellulose in Gummi das Materiale zur Gummbildung bilden, aufgegeben werden.

Die Entstehung vieler Gummiarten ist noch nicht geklärt, vor allem nicht die des so wichtigen arabischen Gummi. Doch läßt sich aus den bisherigen von J. Moeller[2]), v. Höhnel[3]), Lutz[4]) u. a.[5]) herrührenden Untersuchungen ableiten, daß auch hier schon im Kambium durch Verletzung der Anstoß zur Gummibildung gegeben wird, in den jungen patho-

1) Über Entstehung von Gummi aus Zellulose der Zellhaut s. T. F. Hanausek, Ber. d. D. Bot. Ges., Generalversammlung 1902, p. 81—82.

2) Über Entstehung des Akaziengummi. Sitzungsber. d. Wien. Akad., Bd. 72 (1875).

3) Höhnel, l. c.

4) Lutz, Sur la marche de la gommose dans les acacias. Bull. Soc. Botan. de France (1895).

5) S. Tschirch, Handbuch der Pharmakognosie, Bd. II (1911), S. 909 ff.

logischen Geweben sich fortsetzt, und daß in späteren Entwicklungsstadien auch fertige Gewebe (Markstrahlen usw.) in die Gummimetamorphose einbezogen werden, wobei, wie Moeller zeigte, eine reichliche Umwandlung von Zellulose in Gummi stattfindet.

Die Gummibildung erfolgt entweder in der Rinde oder im Holze, oder in beiden. So wie die Markstrahlen, so kann auch das Mark an der Gummosis Anteil nehmen.

Als äussere Bedingung für die pathologische Gummibildung ist immer Verwundung anzusehen, was namentlich in jenen Fällen mit Klarheit hervortritt, wo die Entstehung des Gummi sichtlich vom Kambium ausgeht. Der Wundreiz übt eine spezifische Wirkung auf das Kambium aus, und bewirkt, daß ein von dem normalen verschiedenes pathologisches Gewebe entsteht, welches unter der Einwirkung der lebenden Substanz zur Gummibildung führt.

Die Verwundung, welche die Bildung des pathologischen Gummi veranlaßt, erfolgt häufig spontan, insbesondere dann, wenn nach längerer Regenzeit die gummiliefernden Gewächse starker Sonnenglut ausgesetzt sind. Es erfolgt eine ungleichmäßige Zusammenziehung der gequollenen Gewebe, insbesondere der Rinde, welche zur Rißbildung führt. Die großen Massen von Senegalgummi, welche alljährlich geerntet werden, entstehen nur durch solche spontane Rißbildungen. Hingegen wird die Entstehung der Hauptmasse des Tragants und vielfach auch des arabischen Gummi durch künstliche Wunden herbeigeführt, welche immer einen reichlicheren Gummifluß bewirken, weshalb mehrfach der Vorschlag gemacht wurde, in der Heimat des Senegalgummi, wo man sich auf die natürlich herbeigeführte Wundbildung verläßt, durch künstliche Verwundung den Gummiertrag zu steigern.

Die Gummibildung hängt auch mit den Lebenszuständen der betreffenden Holzgewächse zusammen. Ein bestimmtes Alter, in welchem bereits eine starke Rinden- und Holzbildung eingetreten ist, bildet ein Erfordernis der Gummibildung. Während der Belaubung tritt keine Gummibildung ein, wohl aber zur Zeit der Blüte oder unmittelbar darauf. Nach übereinstimmenden Berichten findet in der Regenzeit keine Gummibildung statt, wohl aber in der darauffolgenden Trockenperiode.

Es soll noch erwähnt sein, daß das pathologische Gummi den physiologischen Zweck hat, die Wunden, welchen das Gummi seine Entstehung verdankt, zu verschließen und dadurch die schädlichen Folgen der Wundbildung zu verhindern.

Nachdem ich im arabischen Gummi und in allen anderen von mir in dieser Richtung untersuchten Gummiarten ein spezifisches Enzym nachwies, bildete ich mir die Ansicht, daß die Entstehung des Gummi in der Pflanze auf einem enzymatischen Prozeß beruhe[1]). Die Enzyme der

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 92 (1885).

Gummiarten wurden oben eingehend abgehandelt, wobei aber die Beziehung derselben zur Entstehung des Gummi in der Pflanze nicht in Betracht gezogen wurde.

Diese Beziehung ist noch keineswegs geklärt; aber die von mir zuerst geäußerte Auffassung gewinnt immer mehr Boden[1]) und selbst Reinitzer[2]) welcher meine Ansicht anfangs bekämpfte, hat die Wahrscheinlichkeit, daß das Gummi in der Pflanze durch einen enzymatischen Prozeß entstehe, schließlich eingeräumt[3]).

Vielfach wird angegeben, daß von außen in die Gummipflanzen eindringende Parasiten und Saprophyten oder diese Pflanzen von außen angreifende Tiere (Ameisen, Käfer, Raupen usw.)[4]) als eigentliche Ursachen der Gummosis anzusehen seien. Alle diese Angaben haben sich als unrichtig oder als übertrieben erwiesen, indem die Gummibildung häufig ganz unabhängig von solchen Organismen vor sich geht, oder durch diese hervorgerufenen Verletzungen den Prozeß der Gummosis nicht eigentlich hervorrufen, wohl aber begünstigen.

So wurde behauptet, daß ein auf *Acacia Verek* parasitisch auftretender *Loranthus* die Gummibildung am Stamme dieses Baumes hervorrufe[5]). Aber Louvet und Corre[6]) haben gezeigt, daß dieser *Loranthus (L. senegalensis Martin)* die Gummosis dieses Baumes wohl befördere, aber nicht bedinge.

Die von Beijerinck[7]) u. a. aufgestellte Behauptung, daß Pilze als

---

1) S. hierüber Pfeffer, Pflanzenphysiologie; Leipzig 1897, I, p. 556. Grüß, Bibliotheca botanica 1896. Mikosch, l. c. (1906). V. Grafe, Wiesner-Festschrift (1908). Derselbe, Zeitschrift für physiologische Chemie (1909). Grüß und Sorauer, Notizblatt des Berliner Botan. Gartens (1910).

2) Zeitschrift für physiologische Chemie (1890).

3) Ebenda 1911, p. 361.

4) Nach Busse (Tropenpflanzer V, Bd. V, 1901, p. 30) sollen Ameisen, nach Gentz (ebenda p. 60) sollen Rindenbohrer, insbesondere eine Raupe und ein Käfer die Ursache der Gummibildung sein. Die Angabe von Gentz bezieht sich bloß auf südwestafrikanische Akazien.

5) Martin, Journ. de Pharmacie et de Chimie 1875.

6) Ebendaselbst 24 (1876).

7) Onderzoekingen over des Besmettelijkheid der Gomziekte bij planten. Amsterdam 1884. Der Pilz, welcher als Ursache der Gummosis angesehen wird, das *Coryneum gummiparum Oudem.*, bildet angeblich Hefeformen, welche in arabischem Gummi zu finden sein sollen. Über Pilze als Verursacher der Gummibildung überhaupt und speziell auch der Bildung des arabischen Gummi s. auch Oudemans, Hedwigia, Nr. 8, 9 und 11. Über die Entstehung von pathologischen, der Gummosis nahe verwandten Bildungen (Schleimflüsse der Eichen, Ahorne, Pappeln usw.) infolge der Einwirkung von Pilzen s. auch Ludwig, Lehrbuch der niederen Kryptogamen. Stuttgart 1892, p. 198. — Es sei hier noch angeführt, daß nach Aderhold (Arbeiten des Gesundheitsamtes, Land- und Forstwirtschaft betreffend, Berlin 1902) der Pilz *Clasterosporium carpophilum (Lév.) Aderh.* (= *Coryneum Beijerinckii Oudem.*) nur

Ursache der Gummibildung anzusehen seien, hat sich nicht bewährt[1]). Daß die Gummosis keine bakterielle Erkrankung ist, wie Prillieux angab, hat rücksichtlich des bei der Rebe auftretenden Gummi Rathay[2]) gezeigt.

Später tauchte der Gedanke, daß die Gummosis eine bakterielle Erkrankung sei, nochmals auf. Am stärksten betonte Greig Smith[3]) die Bedeutung der Bakterien für die Gummibildung. Nach seinen Angaben gelangen Bakterien in den »Baumsaft« und von dem spezifischen Charakter der Bakterien soll die Qualität des sich bildenden Gummi abhängen. Am besten soll das *Bacterium Acaciae* wirken und er empfiehlt die Impfung der Gummibäume mit reingezüchtetem *Bacterium Acaciae* und noch anderen Spaltpilzarten. Diese schon von vornherein fraglichen Angaben haben bis jetzt keine Bestätigung gefunden.

IV. Vorkommen des Gummi.

Gummi ist einer der gemeinsten Pflanzenbestandteile, wie die bis jetzt schon ausgeführten Analysen von Pflanzen und Pflanzenteilen lehren[4]).

In diesem Kapitel ist nur von jenen Pflanzen die Rede, welche pathologisches Gummi bilden; nur diese bilden Sammelprodukte, welche im Handel als Gummi erscheinen.

Es kommen also hier nur solche Körper zur Sprache, welche ein der Hauptmasse nach aus Gummi bestehendes Produkt erzeugen; es sind somit alle jene Gewächse ausgeschlossen, welche Gummiharze liefern, also Stoffe, welche Gemenge von Harz und Gummi sind. Obgleich die Menge des Gummis in diesen Gummiharzen oft eine beträchtliche ist und nicht selten ein Drittel des Gewichtes des Rohstoffes ausmacht, so wird es doch für die Zwecke der Technik und überhaupt des praktischen Gebrauches nicht abgeschieden. Auch die gummireichen Arten von Kino sind aus demselben Grunde hier ausgeschlossen[5]).

Es folgt nunmehr eine Zusammenstellung jener, zumeist baumartigen Gewächse, welche Gummi in größeren Mengen hervorbringen. Die-

insofern bei der Gummosis der Kernobstbäume beteiligt ist, als derselbe Enzyme ausscheidet, welche im Kambium die Gummibildung hervorrufen. Wie man sieht, hält auch Aderhold die pathologische Gummibildung für einen durch Enzyme hervorgerufenen Prozeß.

1) Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie, p. 215.

2) Programm der oenol.-pom. Lehranstalt in Klosterneuburg. 1896.

3) Journ. of the Society of Chemical Industrie 1904. S. auch »Tropenpflanzer« VIII (1904).

4) Flückiger, Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891. S. auch die Phytochemien von Rochleder, Husemann u. a., ferner die Biochemie von Czapek (1905) und Wehmer, die Pflanzenstoffe, Jena (1911).

5) Nur auf einige als Gummi bezeichnete Produkte, die aber besser zu Kino zu stellen sind, wird in diesem Abschnitte hingewiesen werden.

jenigen Gummiarten, deren Stammpflanzen hier mit gesperrter Schrift bezeichnet sind — die wichtigsten von allen, besonders in technischer Richtung — werden im nächstfolgenden Kapitel ausführlich abgehandelt werden[1]).

1. Cycadaceen[2]).

Encephalartos sp. (E. caffer Miq.? E. horridus Lehm.?). Grahamstown (Cap.). Liefert ein Gummi, welches zu den letzten Weltausstellungen gesendet wurde. Über Anisotropie dieser Gummiart s. Schwendener, »Über die anomale Reaktion der Tragant- und Kirschgummi«, Sitzungsberichte der königl. preuß. Akademie der Wiss. XLII (1890).

2. Palmen.

Cocos nucifera L. s. Kokosgummi.

Borassus flabelliformis L. Ostindien. Palmyra gum. Cat. des Col. fr. 1867, p. 73. Henkel, Die Naturprodukte und Industrieerzeugnisse im Welthandel. Erlangen 1868, p. 294. Cooke, Report of the Gums etc. of the India Mus. 1874, p. 10 ff. Watt, Dict. of the Economic Products of India I, Calcutta (1889), p. 495.

Saribus rotundifolius Blume. Java, Celebes. Henkel, l. c., p. 294.

3. Bromeliaceen.

Puya coarctata Fisch. (= P. suberosa Mol. = P. chilensis Mol. = Pourretia coarctata Ruiz et Pav. = Pitcairnea chilensis Lodd.)
P. lanuginosa Schult. (= Pourretia lanuginosa Ruiz et Pav.)
P. lanata Schult.
} s. Chagualgummi.

P. tuberculata Mart. (= Cavanilla tuberculata Kost.). Chili. Auch diese *Puya*-Art soll Chagualgummi liefern. Dragendorff, Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten. Stuttgart 1898.

---

1) Zahlreiche Gewächse, deren Gummi aber nur eine beschränkte lokale Anwendung, zumeist zu Heilzwecken, findet und welche in das nachfolgende Verzeichnis keine Aufnahme gefunden haben, da derzeit noch keine Aussicht vorhanden ist, daß deren Produkte einer technischen Verwendung zugeführt werden, sind in dem Werke G. Dragendorffs: »Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten. Stuttgart, Enke, 1898« genannt.

2) Bei Aufzählung der Nutzpflanzen folge ich in vorliegendem und allen folgenden Kapiteln dieses Werkes rücksichtlich der Benennung und Anordnung der Pflanzenfamilien Englers Syllabus der Pflanzenfamilien. 2. Aufl. Berlin 1898 und spätere Auflagen. Die letzte (7.) Ausgabe erschien 1912. In der Regel führe ich die betreffende Familie, und nur wenn es mir zweckmäßig erscheint, auch die Unterfamilie auf, welche neben der ersteren in Klammern ersichtlich gemacht wird.

4. Moringaceen.

Moringa pterygosperma Gärt. s. Moringagummi.

5. Rosaceen (Prunoideen).

Prunus avium L.
P. cerasus L.
P. domestica L.
P. puddum Roxb.
Amygdalus communis L.
A. leiocladus Boiss.
A. spartioides Boiss.

s. unten bei »Kirschgummi« (Prunoideengummi).

Persica vulgaris DC. (Prunus Persica L.). Das Gummi der Pfirsichbäume wird in China, wo es Táu-Kian genannt wird, und in Indien, wo es Aru, Reck, Mandala heißt, gesammelt. G. Dragendorff, l. c., p. 284.

Armeniaca vulgaris Lam. (= Prunus Armeniaca L.). Persien, Armenien, bei uns (»Aprikose« oder »Marille«) kultiviert. Liefert Gummi. Dragendorff, l. c., p. 283. Liefert Arabinose und Galaktose, enthält zwei oxydierende Enzyme und gibt 2,8 Proz. Asche, welche angeblich frei von Mangan und Eisen sein soll. Lameland, Jour. Pharm. et Chim. 1905.

6. Rosaceen (Spiræoideen).

Quillaja smegmodermos DC. Chili. Schönes, hellgelb gefärbtes glänzendes Gummi, welches mit Wasser einen klaren farblosen Schleim liefert, sich aber im Wasser nicht löst. Wurde auf den letzten Weltausstellungen exponiert. (Wiener Sammlungen.)

7. Leguminosen (Mimosoideen).

Acacia[1] *abyssinica Hochst.* s. Akaziengummi.

A. Adansonii Guill. et Perrott. Soll einen Teil des Senegalgummi liefern. Cat. des col. franç. Paris 1867.

A. albida DC. s. Akaziengummi (Senegalgummi).

A. Angico Mart. Brasilien. Liefert ein dem arabischen Gummi ähnliches Produkt, welches in neuerer Zeit von Para in den Handel

1) Bezüglich der 22 bisher bekannt gewordenen deutsch-ostafrikanischen *Acacia*-Arten wird angegeben, daß sie alle Gummi absondern. Taubert in Englers Pflanzenwelt Ostafrikas, B. Nutzpflanzen. Berlin 1895, p. 425. Ob alle Spezies der Gattung *Acacia* — man zählt an 500 Arten — Gummi ausscheiden, ist wohl behauptet worden, aber nicht erwiesen. Die Ausscheidung von Kino oder die Erzeugung jener Stoffe, welche Katechu liefern, schließt, wie wir sehen werden, nicht aus, daß dieselbe Spezies auch Gummi ausscheide. Es ist aber nach Analogie anderer Gewächse als wahrscheinlich anzunehmen, daß die harzausscheidenden *Acacia*-Arten, z. B. die ostaustralische *Acacia verniciflua Cunn.*, kein Gummi liefern.

kommt. Symes, Notes on Brazilian Drugs. Yearbook of Pharmacy, 1882. Pharmac. Journ. and Transactions, XVIII (1888). Kew Bulletin 1888.

A. arabica Willd. (= A. nilotica Del. = A. vera Willd. nach Bentham = *Mimosa arabica Lam.)* s. Akaziengummi.

A. Catechu Willd. (= Mimosa Catechu L. fil. = A. Sundra Roxb.) s. Akaziengummi.

A. dealbata Link s. Akaziengummi (australisches Gummi).

A. decurrens Willd. Dieser australische Baum, von welchem eine Art des australischen Kino stammt, soll auch Gummi liefern. (Schwanert und Stohmann in Muspratts Chemie II, p. 1555.) Stuhlmann, über Rinde und Gummi der Gerberakazie, *Acacia decurrens.* »Der Pflanzer« I (1905). Botan. Jahresbericht 1905. Es scheint sich aber bei diesem Baume nicht um Gummi, sondern um ein gummireiches Kino zu handeln.

A. Ehrenbergiana Hayne
A. erioloba Willd.
A. Farnesiana Willd.
A. ferruginea DC.
A. Fistula Schweinf. (= A. Seyal Del. var. *Fistula)*
A. Giraffae Burch.
A. glaucophylla Steud.
A. gummifera Willd.

} s. Akaziengummi.

A. homalophylla Cunn. s. Akaziengummi (australisches Gummi).

A. horrida Willd. s. Akaziengummi.

A. Karoo Hayne (= A. horrida Willd.).

A. Kirkii Oliv. s. Akaziengummi.

A. leukophloea Willd. Indien, Java. Liefert ein Gummi, welches z. T. aus Bassorin, z. T. aus Arabin besteht und nebenher noch 20 Proz. Gerbstoff enthält. Rideal, Pharm. Journ. and Transact. 1892.

A. micrantha Benth. Liefert in Venezuela eine Gummiart, genannt Goma de cujé. A. Ernst, La exposicion de Venezuela. Caracas 1886, p. 257. Zeitschrift für Nahrungsmitteluntersuchung 1894. Kommt auch in Mexiko vor.

A. mollissima Willd. s. Akaziengummi (australisches Gummi).

A. Neboud Guill. s. bei Senegalgummi.

A. paniculata Willd. Liefert in Venezuela eine Gummiart, genannt Goma de tiamo. A. Ernst, l. c., p. 258. Kommt auch in Brasilien vor.

A. pycnantha Benth. s. Akaziengummi (australisches Gummi).

A. reficiens W. et P., der Salganbaum der Araber. Kordofan. Soll ein brauchbares Gummi liefern. Tropenpflanzer XV (1911), p. 219.

A. retinoides Schlecht. Liefert angeblich australisches Gummi.

A. Seyal Del.
A. spirocarpa Hochst.
A. stenocarpa Hochst.
A. tortilis Hayne
s. Akaziengummi.

A. usambarensis Taub. Deutsch-Ostafrika. Das Gummi dieser Akazie (Magwende) könnte in großen Quantitäten gesammelt werden. Als Ersatz für arabisches Gummi ist es aber nicht verwendbar, wohl aber als Ersatz für Tragant, da es reich an Bassorin ist. Man hat mancherlei Versuche gemacht, es in den Handel zu bringen, was aber noch nicht gelungen ist. Wie in vielen anderen Gummiländern wird auch in Usambara und den benachbarten Gebieten dieses Gummi gegessen. Busse, Reisebericht der Expedition in die deutsch-ostafrikanischen Steppen. Tropenpflanzer V (1901). C. Mannich, Gummiarten aus Deutsch-Ostafrika. Ebenda VI (1902). Ich verdanke Herrn Prof. Engler Proben des Gummi von *Acacia usambarensis*, welche von Holst in Deutsch-Ostafrika gesammelt wurden. Die Stücke sind meist rundlich. Die Oberfläche ist glatt, wenig rissig, mit der Lupe betrachtet körnig-streifig. Frisch aufgebrochen sind die Stücke glasartig, brechen muschelig und haben eine braune Farbe. Der Strich ist fast weiß, desgleichen das Pulver. Dieses Gummi läßt sich pulverisieren, aber nicht so leicht wie arabisches Gummi. Die Härte entspricht der der gewöhnlichen Gummiarten. Es löst sich nur z. T. in Wasser, der Rest ist quellbar. Im löslichen Anteil des Gummi kommt das im arabischen Gummi nachgewiesene Enzym vor. Nach Ausweis der Guajakprobe ist dies Gummi besonders reich an Oxydasen. Es wird nämlich die wässerige Lösung dieses Gummi durch Guajaktinktur auffällig intensiv blau gefärbt. Von Chloralhydrat wird es bis auf eine zurückbleibende zarte Gallerte gelöst.

A. Verek Guill. et Perrott. (= A. Senegal Willd. = Mimosa Senegal L.) s. Akaziengummi (arabisches und Senegalgummi).

A. verugera Schweinf. Ein Gummi dieses Baumes, in Faschoda von Schweinfurth gesammelt, wurde mir von Prof. Engler übersendet. Es besteht aus honiggelben bis honigbraunen Körnern, löst sich nur teilweise im Wasser, läßt 4—5 Proz. unlösliches (quellbares) Gummi zurück und repräsentiert eine geringe Sorte von arabischem Gummi.

A. xanthophloea Benth. Transact. Linnean Societ. London XXX (1875) s. Akaziengummi.

Albizzia amara Boiv. Ich untersuchte ein von Schweinfurth in Abessinien gesammeltes, mir von Prof. Engler zur Verfügung gestelltes Gummi. Es bildet lichtgelbe bis honigbraune Massen, welche teils glasig, teils infolge reichlichen Luftgehaltes bimssteinartig aussehen, sich leicht pulvern lassen, aber nicht vollständig in Wasser lösen. Das unlösliche (quellbare) Gummi bildet nach Entfernung des löslichen Gummi eine

bräunlich gefärbte gelatinöse Masse. Zur Bestimmung des unlöslichen Anteils reichte das Material nicht aus, doch hat es den Anschein, als wäre die Menge des unlöslichen Gummi geringer als bei *Acacia verugera*. Es entspricht einer geringen Sorte von arabischem Gummi.

A. Lebbek Benth. (= Acacia Lebbek Willd.). Tropisches Afrika und Asien. Liefert ein Gummi. Hooker, The London Journ. of Botany I, p. 527.

A. speciosa Benth. Cat. des Col. franç. Expos. univ. Paris 1867, p. 77. Hooker, l. c.

A. fastigiata Oliv. Liefert angeblich ein Harz. Nach C. Mannich ist das Ausschwitzungsprodukt aber ein Gummi. Dieses Gummi ist dem Tragant ähnlich, enthält viel Bassorin und wenig einer wasserlöslichen Gummiart, wahrscheinlich Arabin. Es ist hart und spröde. Gibt 3,80 Asche. C. Mannich, Notizblatt des bot. Gartens, Berlin III (1900—1903). Derselbe, Gummiarten von Deutsch-Ostafrika. Tropenpflanzer V (1901).

Piptadenia Cebil Griseb. Argentinien. Liefert ein Gummi, genannt Cebil, welches 80 Proz. Arabin enthält. Domingues, Note sur deux gommes de la Republ. Argent. Revue farmac. Buenos Aires 1909. E. de Wildeman, Revue de cultures coloniales XIV (1909).

P. rigida Benth. Brasilien. Liefert ein 80 Proz. Arabin enthaltendes Gummi. Domingues, l. c.

Pithecolobium hymenæfolia Benth. Venezuela. Liefert ein Gummi, genannt »Goma de orore«. A. Ernst, La exposicion nacional I. Caracas 1886, p. 257.

Enterolobium cyclocarpum Gris. Zentralamerika, Venezuela und Westindien. Liefert in Venezuela eine Gummiart, genannt »Goma de caro«. A. Ernst, l. c., p. 258. Eine mir von Herrn Prof. Engler zur Verfügung gestellte Probe dieser Gummiart aus Costarica (Nicoya), bezeichnet als »Goma de Guancaste«, hatte folgende Eigenschaften. Runde Körner von honigbrauner bis zirkonroter Farbe. Bemerkenswert scheint es, daß einzelne Körner sehr verschiedenfarbig sind (teils braun, teils zirkonrot). Die Oberfläche der Körner ist matt schwarz-braun, von wenigen, stets nur klaffenden Rissen durchsetzt. Wasser löst beiläufig 10 Proz. Gummi; die Lösung hat eine weingelbe Farbe. Der rotbraune gequollene Rückstand wird durch Kalilauge etwas dunkler, durch Salzsäure sehr lebhaft rotviolett gefärbt. Die Menge des quellbaren Gummi beträgt etwa 90 Proz., auf Trockensubstanz bezogen. Dasselbe scheint in Wasser nicht absolut unlöslich zu sein, doch gehören schon große Wassermengen dazu, um nur kleine Quantitäten der gequollenen Gummimasse in Lösung zu überführen.

E. ellipticum Benth. (= Pithecolobium gummiferum Mart.). Brasilien. Liefert angeblich ein dem Senegalgummi ähnliches Produkt.

Taubert in Engler-Prantls Pflanzenfamilien III, 3. Dragendorff, l. c., p. 288. Wehmer, Pflanzenstoffe. Jena 1911, p. 308.

Prosopis cumanensis Humb. Bonp. et K.
P. dulcis Kunth (= Acacia dulcis Willd.)
P. glandulosa Torrey
P. horrida Kunth
P. inermis Humb. et Bonp.
P. juliflora DC.
P. mikrophylla Humb. et Bonp.
P. pubescens Benth.
} s. Mesquitegummi.

Parkia sp. Der Petébaum liefert ein dem arabischen Gummi ähnliches Produkt. Miquel, Sumatra. Deutsche Ausgabe. Amsterdam und Utrecht 1862, p. 89.

Adenanthera Pavonina L. Indien. Soll ein Gummi liefern, welches in Indien Madatia genannt wird. Cooke, Report of the Gums and Resins of the India Museum. 1874.

8. Leguminosen (Cæsalpinioideen).

Hymenæa Courbaril Link. Brasilien. Soll ein dem arabischen Gummi ähnliches Produkt liefern, welches angeblich auch auf dem Londoner Markt erscheint. Pharm. Journ. and Transact. XVIII (1888). Flückiger, Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891, p. 15. Die Ableitung einer Gummiart von einem so ausgesprochenen Harzbaum wie *Hymenæa Courbaril* scheint wohl eine irrtümliche zu sein.

Cassia Fistula L. (Cathartocarpus fistula Pers.). Indien, in den Tropen oft kultiviert. Liefert Gummi. Cooke, l. c., p. 12. Das in den Wiener Sammlungen enthaltene Produkt ist ein fast schwärzliches, in Wasser zum größten Teil unlösliches (quellbares) Gummi.

Mezoneuron Scortechinii F. v. Müll. Australisches Baristergummi. J. H. Maiden, l. c., p. 441. Scheint dem Kirschgummi oder dem Tragant näher als dem arabischen Gummi zu stehen.

Theodora sp. Seriba, Zentralafrika. Liefert ein dunkelfarbiges, tragantartiges Gummi von geringem Wert.

Caesalpinia praecox Ruiz et Pav. Liefert in Argentinien ein Gummi, genannt »Brea«, welches 80 Proz. Arabin enthält. Domingues, Note sur deux gommes de la Republic Argent. Revue farmaceutique Buenos Aires 1904. E. de Wildeman, Revue des cultures coloniales XIV (1904).

Berlinia Eminii Taub. Im Trockenwalde Deutsch-Ostafrikas (Ugogo) sehr häufig. Liefert nach C. Mannich ein Gummi, welches aber nicht als »arabisches Gummi« bezeichnet werden kann, vielmehr nach seinen Löslichkeits- und Quellungsverhältnissen einer geringen Tragantsorte gleichkommt. (Die Gummiarten in Deutsch-Ostafrika, Tropen-

pflanzer VI (1902), p. 204.) Nach E. Schaer (Berichte der Deutsch. Pharmazeutisch. Gesellschaft in Berlin 1902, p. 211) ist das sog. Gummi von *Berlinia Eminii* ein Gemenge von Gummi und Kino; ersteres bildet braungelbe bis 1 cm dicke Stücke, letzteres kleine, dunkle, mehrere Millimeter dicke Brocken. Das Gummi ist nicht löslich in Wasser, quillt aber stark auf. Das Kino löst sich in Alkohol. Durch Chloralhydrat erfolgt Lösung des Ganzen, aber es wird rasch eine stark gelatinöse Masse gebildet. Herrn Prof. A. Engler verdanke ich Originalproben des sog. Gummi von *Berlinia Eminii*. Auch ich fand darin Gummistücke und eine Substanz, die dem Kino untergeordnet ist. In einzelnen Stücken waren der braunen Kinomasse Gummikörner eingelagert, so daß das Ganze Mandelstruktur aufweist. Frisch aufgebrochene Gummistücke sind gelblich, mattglänzend, in dünnen Schichten durchscheinend. An der Luft wird das Gummi leberbraun, opak, fast glanzlos. Es ist mehr zähe wie Tragant, als spröde wie arabisches Gummi. In Wasser löst sich nur ein geringer Teil, die Hauptmasse quillt zu einer Gallerte. Es enthält ein oxydierendes Enzym in anscheinend reicher Menge, da die Lösung mit Guajaktinktur sich intensiv bläut. In der Härte stimmt es mit Steinsalz überein und ist härter als Muscovit, den es stark ritzt. Unter Mikroskop sieht man deutliche organische Struktur, etwa wie bei Tragant oder besser noch wie beim Moringa-Gummi, denn bei Behandlung mit Wasser bleibt innerhalb der aufquellenden Membranen ein brauner Zellinhaltsrest zurück, der auch durch längere Einwirkung des Wassers nicht verändert wird. Dieses Produkt kommt noch in einem späteren Abschnitt, bei Abhandlung der Kino-Arten, zur Sprache.

9. Leguminosen (Papilionaten).

Astragalus adscendens Boiss. et Haussk.
A. brachycalyx Fischer
A. creticus Lam.
A. gummifer Labill.
A. heratensis Bunge
A. kurdicus Boiss.
A. leioclados Boiss.
A. microcephalus Willd.
A. Parnassii Boiss. var. cylleneus (= A. cylleneus Boiss. et Heldr.)
A. pycnocladus Boiss. et Haussk.
A. strobiliferus Royle
A. stromatodes Bunge
A. verus Oliv.

} s. Tragant.

10. Rutaceen (Aurantieen).

Feronia Elephantum Corr. s. Feroniagummi.

11. Simarubaceen.

Simaruba excelsa DC. Caraïben und Jamaika. Liefert ein Gummi. Ludwig, Journ. de Pharm. Bd. 82, p. 153 f.

12. Meliaceen (Cedreleen).

Cedrela odorata L. Westindien, Südamerika. Liefert in Venezuela eine Gummiart, genannt Goma de cedro. Enthält bloß 25 Proz. lösliches Gummi. A. Ernst, l. c., p. 257. Grupe, Zeitschr. für Nahrungsmitteluntersuchung 1894.

C. Toana Roxb. Indien. Liefert Gummi. Cooke, l. c., p. 12.

13. Meliaceen (Melioideen).

Melia Azedarach L. Indien, Japan. Thunberg, Flora japon. p. 180. Cat. des Col. franç. p. 75. Cooke, l. c., p. 19.

Swietenia senegalensis Desc. Senegalländer. Liefert ein braunes, quellbares Gummi. (Wiener Sammlungen.)

Flindersia maculosa F. v. Müll. Neusüdwales und Queensland. Liefert ein dem arabischen ähnliches Gummi, welches bis 80 Proz. Arabin enthält. Maiden, Pharm. Journ. and Transact. 1890.

Khaya madagascarensis Jues. Gelbes bis braunes, in Wasser nur zum Teile lösliches Gummi. Das lösliche Gummi ist rechtsdrehend. Enthält Enzyme (Oxydasen, Peroxydasen und Emulsin). A. Gérard, Bull. soc. pharmac. 1911. Beckurts Jahresbericht 1911.

K. senegalensis Juss. Das Gummi dieses Baumes besteht aus Arabin und Galacton, und enthält ein Enzym (Oxydase). Delacroix, Compt. rend. 1903.

14. Anacardiaceen.

Anacardium occidentale L. (= An. oc. Gärt. = Cassuvium pomiferum Lam.) s. Acajougummi.

A. humile St. Hil. und *A. nanum Jacq.*, beide in Brasilien, sollen auch Gummi liefern. Dragendorff, l. c., p. 394.

Spondias Cytherea Sonner. Martinique. Kosteletzky, Medizinisch-pharmazeutische Flora p. 1997. Cat. des Col. fr. p. 75.

Sp. dulcis Fors. Gomme de Mombin. Guadeloupe. Kosteletzky, l. c. Cat. des Col. fr. p. 75.

Sp. Wirtgenii Miq. Liefert auf Java ein dem arabischen Gummi in der Verwendung gleichkommendes Produkt. Miquel, Flora von Nederl. Indië. Amsterdam 1859, I, p. 8.

Sp. lutea L. Tropen. Liefert in Venezuela ein Gummi, genannt Goma de jobo. A. Ernst, l. c., p. 257.

Mangifera pinnata Lin. fil. (= Spondias mangifera Willd.). Malabar. Liefert Amra, welches früher medizinisch benutzt wurde. Rheede,

Hortus malabaricus I, p. 50. Kosteletzky, l. c., p. 1234. Prebble, Notes of East India Gums. Pharm. Journ. and Transact. XIX (1892), p. 683.

M. indica L. Watt, l. c., V (1891), p. 152. P. Lameland, Sur la gomme de *Mangifera indica*. Journ. Pharm. et Chimie XXV (1904).

Odina Wodier Roxb. Roxburgh, Flora indica. London 1832, II, p. 249. Miquel, l. c., I, 2, p. 622. Soll in Wasser vollkommen löslich sein und eine Sorte des indischen arabischen Gummi bilden. The Chemist and Druggist 1897. Nach Watt, l. c., V, p. 445 ist es nur teilweise in Wasser löslich.

O. gummifera Bl. Liefert auf Java viel Gummi, welches zu technischen Zwecken benutzbar sein dürfte. Miquel, l. c., I, 2, p. 623. Blume, Mus. Bot. Ludg. Balat. 206.

O. fruticosa Hochst. Abessinien. Liefert ein Gummi, welches zur Verfälschung von arabischem Gummi verwendet wird. Tropenpflanzer XV (1911), p. 218.

Rhus Metopium L. Jamaika. Kosteletzky, l. c., p. 1239. Dieser Baum scheint indes weder ein benutzbares Gummi noch Harz zu liefern. Vgl. Macfadyen, The Flora of Jamaica. London 1837, p. 225. Es wird auch angegeben, daß *Rhus Metopium* ein drastisches Harz liefere. Wehmer, Pflanzenstoffe. Jena 1911, p. 452.

15. Bombaceen.

Adansonia digitata L. Tropisches Afrika. Catal. des Colon. fr. p. 74. Aus der Rinde quillt ein tragantartiges Gummi. Rein, Tropenpflanzer XV (1911), p. 218.

Eriodendron antractuosum DC. Indien. Liefert ein geringes, im Aussehen dem Cochlospermumgummi ähnliches Produkt. Wurde zu den letzten Weltausstellungen gebracht (Wiener Sammlungen). S. auch Watt, l. c., III (1890), p. 263.

Bombax malabaricum Roxb. und *B. pentandrum L.* Malabargummi. Ostindien. Wiesner: im offiz. österr. Ausstellungsberichte über die Pariser Ausstellung (1867). Bd. V, p. 497.

16. Sterculiaceen.

Sterculia urens Roxb. Soll ein dem Tragant ähnliches Gummi liefern. Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel. London 1816, I, p. 25. Wird oft als Stammpflanze des Kuteragummi genannt. L. Mangin, Compt. rend. T. 125 (1897), p. 725 leitet das Kuteragummi von der nächstfolgenden Pflanze ab.

St. Tragacantha Lindl. s. Tragant.

Sterculia tomentosa Heckel (St. tomentosa Guill. Perrott. et Rich.?). Tropisches Afrika. Liefert ein tragantähnliches Gummi, welches dem

Gummi von *Cochlospermum gossypium* am nächsten stehen soll. Im Sudan heißt dieses Gummi Gomme de M'beppe, in Loanda Chixé oder Ici ia Chixé. Nach Schlagdenhauffen (zitiert bei Heckel, s. unten) beträgt die Dichte dieser Gummiart 1,416, letztere hinterläßt 7,65 Proz. Asche und enthält 7—8 Proz. lösliches Gummi. Bouchez, Revue des cultures coloniales 1898, Nr. 8. Eine ausführliche Beschreibung des Gummi und seiner Stammpflanze enthält die Abhandlung von Ed. Heckel, Le *Sterculia tomentosa* et la gomme qu'il fournit. Repert. de Pharmacie. Paris. Jan. et Fév. 1899.

Brachychiton populneum R. Br. Neuholland. Liefert ein fast farbloses tragantartiges Gummi. (Wiener Sammlungen. Gesandt von F. v. Müller.)

17. Cochlospermaceen.

Cochlospermum gossypium DC. (= Bombax grandiflorum Sonner.) s. Cochlospermumgummi.

18. Cacteen.

Cactus opuntia L. subinermis. Guadeloupe. Soll ein bassorinreiches Gummi liefern. Cat. des Col. fr. p. 74. Über *Cactus opuntia* s. Bazir und Guibourt, Journ. Pharm. XX, p. 525.

Opuntia ficus indica Mill. Südamerika; in Südeuropa kultiviert. Liefert nach Schacht (Lehrb. d. physiol. Bot. II, p. 558) ein dem Tragant ähnliches Gummi; in Carabobo (Venezuela) ein Gummi, genannt Goma de tuna. A. Ernst, l. c., p. 257. Über dieses Gummi s. T. F. Hanausek, Zeitschrift des all. österr. Apothekervereins 1877, p. 113 ff. Es wird nach Hanausek nicht nur in Venezuela, sondern auch auf den Antillen in beträchtlicher Menge gesammelt. Es bildet ansehnliche knollenförmige Massen, entsteht ähnlich wie Tragant durch Verquellung von Zellhäuten, löst sich nicht im Wasser, quillt aber darin stark auf. Es umschließt Stärkekörner und Rindenparenchymmassen, deren dickwandige Elemente Kristalldrusen von oxalsaurem Kalk, Farbstoff und Gerbstoff enthalten.

Cereus sp. Guárico (Venezuela). Liefert »Goma de cardón«. A. Ernst, l. c., p. 258.

Pereskia sp. Venezuela. Liefert ein unter dem Namen »Goma de Guamacho« bekanntes Gummi. A. Ernst, l. c., p. 258.

19. Penæaceen.

Penæa mucronata L.
P. Sarcocollo L.
} Beide im südlichen und nordöstlichen Afrika. Liefern die ehemals medizinisch benutzte *Sarcocolla*. Handbücher der Pharmakognosie (Henkel, Berg usw.).

20. Araliaceen.

Panax Murrayi F. Müll. J. H. Maiden. Panax gum. Australien. Pharm. Journ. and Transact. 1892, p. 442. Ist dem Akaziengummi ähnlich, enthält 85 Proz. Arabin und soll ein gutes Ersatzmittel für arabisches Gummi sein.

21. Combretaceen.

Anogeissus latifolia Wallich. Ostindien. Liefert ein dem arabischen Gummi ähnliches Gummi, aber von minderer Qualität. In Indien wird es noch im Zeugdruck (calico-printing) angewendet. Die Klebkraft ist geringer als die des arabischen Gummi (Watt). Dymock, Vegetable Materia of Western India 1885, p. 278. S. auch Dymock, Warden and Hooper, Pharmacographia indica I (1890), p. 544. Watt, Products of India. Calcutta 1889 und später Bd. I, p. 256. In Süd- und Zentralindien bis 3000 Fuß im Gebirge ansteigend.

Combretum Hartmannianum Schweinf. Das Gummi dieses Baumes soll zur Verfälschung des arabischen Gummi benutzt werden. Tropenpflanzer XV (1911), p. 219.

C. sp. Deutsch-Ostafrika, Adamana. Liefert eine Art arabisches Gummi, »Mumuye« genannt. Dalziel, Bull. Kew. Gard. 1910.

22. Boraginaceen.

Cordia Rothii R. et Sch. Nördlicher Sudan. Liefert ein Gummi, welches zur Verfälschung von arabischem Gummi benutzt wird. Tropenpflanzer XV (1911), p. 220.

23. Compositen.

Echinops viscosus DC. Mediterrangebiet. Orient. Liefert nach Landerer ein bassorinreiches Gummi, den Pseudo-Mastix (Angado Mastiche), welcher in Griechenland wie Mastix gekaut wird.

Atractylis gummifera L. Mittelmeerländer und Orient. Dient nach Landerer zu demselben Zweck und soll auch zum Verfälschen des Mastix angewendet werden. Nach diesem Autor liefert *Atr. g.* kein Harz, sondern wie die früher genannte Komposite ein bassorinreiches Gummi. Landerer, Über den Akanthomastix des Orients. Buchners Repertorium 1874, p. 437. Nach H. Karsten soll die Ausscheidung dieser Pflanze viszinhaltig sein. Enthält nach Lefranc eine charakteristische Säure, die Atraktylsäure, welche in der Pflanze als Kaliverbindung auftritt. H. Karsten, Med. pharm. Botanik (1883), p. 1105.

V. Spezielle Betrachtung der Gummiarten.

Die Gummiarten lassen sich in folgender Weise einteilen:

1. Arabinreiche[1]). Sie bestehen der Hauptmasse nach aus Arabin. Zerasin und Bassorin kommen darin nicht, oder doch nur in kleinen Mengen vor. Hierher gehören alle guten Sorten von Akaziengummi, Feroniagummi, Anakardiumgummi und einige andere.

2. Zerasinreiche. Sie sind wechselnde Gemenge von Zerasin und Arabin. Hierher gehört vor allem das Prunoideengummi (Amygdaleengummi, Kirsch-, Pflaumen-, Aprikosen- und Mandelgummi).

3. Bassorinhaltige. Gemenge von Bassorin und einer dem Arabin nahestehenden Gummiart. Tragant, Kuteragummi, Bassoragummi, Kokosgummi, Chagualgummi, Moringagummi.

4. Zerasin- und Bassorinhaltige. Gemenge von Zerasin und Bassorin. Gummi von *Cochlospermum gossypium*.

1. Akaziengummi.

Hierher rechne ich das Gummi der echten Akazien, also arabisches, Senegal-, Kap-, nord-, ost- und westafrikanisches, neuholländisches, endlich das ostindische von Akazien herrührende Gummi.

Man hat die genannten Gummiarten früher streng auseinander gehalten, und ihnen größere Unterschiede beigemessen, als ihnen in der Tat zukommen, bis Flückiger auf die große Übereinstimmung im physikalischen und chemischen Verhalten hinwies, welche zwischen dem sogenannten arabischen (eigentlich nordostafrikanischen) und dem Senegalgummi besteht, die der genannte Forscher als afrikanisches Gummi zusammenfaßte. Ich habe aber den weiteren Nachweis geliefert, daß auch das australische und Kapgummi mit den beiden genannten Gummiarten in wesentlichen Eigenschaften zusammenfallen, und habe zur Vereinigung der vier genannten Gummen die Bezeichnung »Akaziengummi« in Vorschlag gebracht.

Mehr als eine Gattungsbezeichnung soll indes auch der Ausdruck »Akaziengummi« nicht sein. Denn je tiefer man in die Kenntnis der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Akaziengummen eindringt, desto mehr erkennt man, daß sie bei vieler Gleichheit in den äußeren Eigenschaften, im physikalischen und chemischen Verhalten voneinander abweichen, wie in früheren Kapiteln nachgewiesen wurde.

1) In welchem Sinne die Ausdrücke Arabin, Zerasin und Bassorin zu nehmen sind, wurde oben (p. 62 ff.) erörtert. Als chemische Individuen werden diese drei Körper auch hier nicht aufgefaßt, sondern in dem mehr praktischen Sinne, daß hierunter Substanzen und zum Teil entschiedene Gemenge zu verstehen sind, welche sich durch ihre Löslichkeitsverhältnisse und andere leicht zu charakterisierende Eigentümlichkeiten voneinander unterscheiden.

Große Lücken sind in Bezug auf den Zusammenhang zwischen den chemischen und physikalischen Eigenschaften einerseits und der botanischen Provenienz der Gummiarten andererseits noch auszufüllen. Zu chemischen und physikalischen Untersuchungen der Gummiarten dient nämlich zumeist die Handelsware, von welcher man aber nur die geographische Provenienz kennt, und oft auch diese nicht sicher. Es wäre aber sehr wichtig, bei solchen Untersuchungen zu wissen, von welcher *Acacia*-Spezies (oder Varietät) das Gummi abstammt, denn es läßt sich erwarten, daß die spezifischen Eigenschaften der Gummiarten an den spezifischen Charakter ihrer Stammpflanzen gebunden sind.

Inwieweit man die Abstammung der verschiedenen Arten des Akaziengummi kennt, soll im nachfolgenden erörtert werden.

Die botanische Herleitung des aus den Nilländern stammenden Gummi (sog. arabisches Gummi) ist erst in neuerer Zeit geklärt worden. Bis in die neuere Zeit hat man das sog. arabische Gummi von *Acacia arabica Willd.*, von der nahe verwandten *A. nilotica Del.*[1]), von *A. Ehrenbergiana Hayne*, *A. Seyal Del.* und *A. tortilis Hayne* abgeleitet. Da wurde zuerst von Cienkowski nachgewiesen, daß derselbe Baum, welcher in den Senegalländern Gummi (Senegalgummi) liefert, auch in den Nilländern, selbst in Kordofan, woselbst die besten Sorten des arabischen Gummi gewonnen werden, vorkommt, nämlich *A. Verek Guill. et Perrott.* Dieser Baum, in den Senegalländern »*Verek*« genannt, ist also identisch mit dem Baume, welcher in den Nilländern die im Handel gesuchte Sorte von sog. arabischem Gummi hervorbringt und in diesen Gebieten den arabischen Namen »*Haschab*« führt. Trotz dieser schon im Jahre 1848 gemachten Auffindung blieb man doch noch 20 Jahre bei der alten Ableitung des arabischen Gummi und erst Schweinfurth wies auf den gleichen botanischen Ursprung des Senegal- und der besten Sorten des arabischen Gummi hin. Es hat sich auf Grund der wichtigen Beobachtungen und Nachrichten über die botanische Provenienz des Gummi der Nilländer, welche wir Schweinfurth[2]) verdanken, die Meinung gebildet, daß das ganze Akaziengummi, welches aus der nördlichen Hälfte Afrikas nach Europa gelangt, also sowohl das sog. arabische, als das Senegalgummi, von einem und demselben Baume, nämlich von *Acacia Verek* abstamme.

Die späteren Forschungen haben aber diese rasch akzeptierte und allzusehr erweiterte Ansicht doch wieder einigermaßen eingeschränkt.

1) Die neueren Autoren identifizieren zumeist *Acacia arabica Willd.* mit *A. nilotica Del.* Vgl. Schweinfurth in Linnaea 1867, p. 337 ff. S. oben p. 90.

2) Schweinfurth, *Acacia*-Arten des Nilgebietes. Linnaea 1868. Derselbe, Im Herzen von Afrika. I (1874). Daß der Baum »Haschab« das ausgezeichnete Kordofangummi liefere, hat bald nach Schweinfurths Untersuchungen durch Heuglin (Reise nach Abessinien, 1868) Bestätigung gefunden.

Auch wurden neue gummiliefernde Gebiete, namentlich Deutsch-Ostafrika, dem europäischen Handel erschlossen, und damit andere Spezies der artenreichen Gattung *Acacia* als Stammpflanzen von in den europäischen Handel eintretenden Arten des sog. arabischen Gummi erkannt. Nähere Angaben über die Spezies der Gattung *Acacia*, welche in den verschiedenen tropischen und subtropischen Ländern des alten Kontinents sog. arabisches Gummi liefern, folgen unten bei Besprechung der einzelnen Arten von Akaziengummi.

Form und Größe der Stücke, Farbe, Geschmack, Löslichkeit ist bei den verschiedenen Arten und Sorten des Akaziengummi je nach der botanischen Provenienz und wohl auch nach den klimatischen Verhältnissen, unter welchen ihre Bildung erfolgt, verschieden und von der Menge des darin enthaltenen Arabins und von der chemischen Zusammensetzung des Produktes überhaupt abhängig. Auf diese Besonderheiten wird bei Betrachtung der einzelnen Arten und Sorten dieses Gummi hingewiesen werden. Hier sollen nur die gemeinschaftlichen Züge im Charakter der verschiedenen Arten des Akaziengummi vorgeführt werden.

Die Form der Stücke ist wenig charakteristisch, desgleichen die Oberflächenbeschaffenheit. Der Bruch ist muschelig, das Aussehen der frisch aufgebrochenen Stücke glasartig, desgleichen der Glanz. Im Mikroskop gesehen, erscheint die Substanz vollkommen homogen, nur mehr oder minder reich von lufterfüllten Klüften durchsetzt. Die muschelige Bruchfläche ist, unter Mikroskop betrachtet, von radialen Rißlinien durchsetzt. Die Härte gleicht der des Muskovits. Infolge von Spannungsunterschieden erscheint das Akaziengummi im Polarisationsmikroskop doppelt lichtbrechend. Die Dichte liegt zwischen 1,3—1,6. Lösungen gleicher Konzentration haben annähernd die gleiche Dichte (vgl. oben p. 61). Die wässerigen Lösungen sind nach Entfernung des etwa vorhandenen Zuckers entweder rechts- oder linksdrehend, bei den besten Sorten linksdrehend. Die guten Sorten lösen sich vollständig im Wasser, im kalten ebenso reichlich wie im heißen, und zwar etwa im gleichen Gewichte des Wassers. Geringe Sorten hinterlassen nach Behandlung mit Wasser einen quellbaren Rückstand, der wahrscheinlich der Hauptsache nach aus Zerasin besteht. Die wässerigen Lösungen haben stets eine schwach saure Reaktion.

Die Akaziengummi sind durch große Hygroskopizität ausgezeichnet (s. oben p. 62).

Die Lösungen aller Akaziengummiarten, wie der Gummiarten überhaupt, wirken diastatisch, genauer gesagt amylolytisch, lösen nämlich Stärkekleister auf[1]). Da die Enzyme, darunter auch die diastatischen

1) Wiesner, Das Gummiferment. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Bd. XCII (1885). Über die Enzyme der Gummiarten siehe oben p. 77.

Fermente, stark schäumende Lösungen geben, so wird es verständlich, daß auch die Lösungen des Akaziengummi stark schäumen. Kocht man die Lösungen des Akaziengummi so lange, bis sie nicht mehr diastatisch wirken (und dann auch Guajaktinktur nicht mehr bläuen), so bleibt das starke Schäumen der Lösung beim Schütteln aus.

In schwachem Weingeist löst sich das Akaziengummi in geringer Menge auf. In einem mehr als 52proz. Alkohol ist es gänzlich unlöslich. In Glyzerin löst es sich nur wenig, aber die wässerigen Lösungen mischen sich klar mit Glyzerin. In Chloralhydrat löst sich arabisches Gummi vollständig auf[1]).

Das Akaziengummi enthält 12—17 Proz. Wasser, 0—0,36—1 Proz. Dextrose, Spuren von Harz und Farbstoff. Die Aschenmenge beträgt etwa 3 Proz. Die Asche besteht vorwiegend aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Kali.

Das Akaziengummi tritt freiwillig aus und ist in der Regel ein bloßes Sammelprodukt. In einigen Gewinnungsgebieten, z. B. im Somalilande, werden die Gummibäume behufs reichlicheren Ertrages an Gummi angeschnitten[2]), eine bei rationellem Betriebe sich immer mehr und mehr einbürgernde Methode.

a) Arabisches Gummi (Nilgummi).

Unter arabischem Gummi versteht man seit langer Zeit jene Arten von Akaziengummi, welche aus dem Nordosten Afrikas, vornehmlich aus dem Nilgebiete, in den Handel gesetzt werden. In neuester Zeit kommen aus dem Inneren Arabiens über Aden und Makalla Gummisorten in den Handel, welche mit dem sog. arabischen Gummi übereinstimmen[3]).

In diesem Paragraph ist nur vom nordostafrikanischen, bzw. wahren arabischen Gummi die Rede. Der Ausdruck »arabisches Gummi« wird aber gewöhnlich für alle in Wasser löslichen Gummiarten in Anwendung gebracht, also in erster Linie für die guten Akaziengummen der verschiedensten Provenienz. Mir erscheint es zweckmäßig, das »arabische Gummi im engeren Sinne«, worunter das in diesem Paragraphen abgehandelte Gummi zu verstehen ist, zum Unterschiede von Senegalgummi als Nilgummi zu bezeichnen, durch welchen Ausdruck die geographische Provenienz wohl nur angenähert, aber doch richtiger als durch das gebräuchliche Wort bezeichnet wird.

1) R. Mauch, Über physikalisch-chemische Eigenschaften des Chloralhydrates. Inaug.-Diss. Straßburg 1898, p. 117.

2) Miles, Journ. of the Roy. Geogr. Soc. XXII (1872), p. 64. S. auch unten bei Somaligummi.

3) Handelsberichte des Deutschen Handelsarchivs. 1888. Über Gummi, welches in Arabien gesammelt wird, s. auch E. Glaser, Mitt. der Geogr. Gesellschaft in Wien, 1887, und Maben, Pharm. Journ. and Transact. XX (1890).

Das Nilgummi ist allerdings zum Teil noch ein bloßes Sammelprodukt freiwillig austretenden Gummis. Aber in allen Gebieten, in welchen die Produktion von größerer Wichtigkeit geworden ist, schneidet man die Bäume nach Beendigung der Regenperiode an, wodurch nicht nur die Ausbeute steigt, sondern das Gummi besser gerät, besonders eine hellere Farbe besitzt. Man hat es in einigen Gegenden zweckmäßig befunden, die Bäume nicht durch bloße Einschnitte zu verletzen, sondern breite Rindenstreifen auszuschneiden. Bei sonnigem Wetter ist das austretende Gummi schon nach einem Monat reif; bei feuchter Witterung tritt die »Reife« erst nach 50—60 Tagen ein.

Die besten Sorten des Nilgummi stammen nach übereinstimmenden neueren Berichten von *Acacia Verek*. Doch liefern auch andere Spezies von *Acacia* gute Sorten von dieser Gummiart. So die im Somalilande häufigen Arten: *A. abyssinica* und *A. glaucophylla*[1]) und in den Nilländern *A. Giraffae*. Hingegen geben nach Schweinfurth[2]) die Bäume »Talch« *(A. stenocarpa)*, »Ssofar« *(A. Fistula)* und »Szant« oder »Sont« *(A. nilotica)* meist nur bräunliche oder rötliche Sorten. Rote und braune, deshalb geringe Sorten stammen auch von *A. Ehrenbergiana* und *A. Seyal*[3]). Der auch in Kordofan vorkommende Salgambaum *(Acacia refleiens)* soll hingegen ein gutes, brauchbares Gummi liefern[4]).

Von allen Sorten des arabischen Gummi, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, fand ich das von *A. Fistula* abstammende als das geringste. Es ist lichtrotbräunlich bis rötlichbraunschwarz, wenig durchsichtig, häufig nur durchscheinend, manchmal fast undurchsichtig, nicht so spröde wie gewöhnliches arabisches Gummi, vielmehr schwer zu pulvern und enthält oft mehr als 10 Proz. quellbares, aber in Wasser unlösliches Gummi[5]).

---

1) Hildebrandt, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. 1875, p. 279. S. auch Taubert in Engler und Prantls Pflanzenfamilien. III, 3, 1894, p. 110. Beide Spezies kommen auch in Abessinien vor, werden aber dort auf Gummi nicht ausgebeutet. Vgl. Gilg in Sadebecks »Kulturgewächse der deutschen Kolonien«. Jena 1899, p. 258.

2) Akazien der Nilländer, l. c.

3) Taubert, l. c., p. 113.

4) Rein, Tropenpflanzer XV (1911), p. 218.

5) Nach den Angaben Schweinfurths (»Im Herzen von Afrika«, I. Teil, Leipzig 1874, p. 104 ff.) scheint *Acacia Fistula* auch Gummi besserer Qualität zu liefern, als das von mir oben beschriebene. Der genannte Forscher bezeichnet dieses Gummi nämlich als eine Sorte von mittlerer Qualität, welches aber deshalb Beachtung verdiene, weil es in ungemein großen Massen zu gewinnen wäre. Im Lande Schilluk (10° n. Br.) kommt nämlich neben einigen anderen *Acacia*-Arten *Acacia Fistula* so massenhaft vor und ist dessen Gummiproduktion eine so große, daß ein einzelner Mensch zur Winterszeit leicht im Tage eine Gummiernte von einem Zentner einheimsen könnte. Dieser Baum liefert nach Schweinfurth einen Teil des auf den Märkten

Die wichtigsten Sorten des arabischen Gummi sind: Kordofangummi, Sennaargummi, Suakingummi, Geddahgummi und Somaligummi. In jenen Teilen des ägyptischen Sudan, welcher die Gummidistrikte von Kordofan und Sennaar umfaßt, wird das beste arabische Gummi geerntet. Hier wird ausschließlich der Haschabbaum *(Acacia Verek)* kultiviert und durch rationellen Anschnitt des häufig in Gärten gezogenen Gewächses wird eine reiche Ernte von besonders gutem Gummi erzielt. Im Sudan unterscheidet man zwischen Hashab geneina und Hashab wady. Unter ersterem versteht man den kultivierten und rationell angeschnittenen, unter letzterem den wild wachsenden gummiliefernden Baum, welcher nur das freiwillig austretende Gummi als Sammelprodukt liefert[1]).

Das Kordofangummi gilt mit Recht als die beste Sorte des arabischen Gummi. Es bildet rundliche Körner, welche einen Längendurchmesser von 2 cm, seltener darüber, erreichen. Die Stücke sind meist blaßweingelb, seltener fast farblos und wasserklar. Auch gibt es geringere Sorten von Kordofangummi, welche lebhafter gelblich bis braunrötlich gefärbt sind. Selbst die großen Körner des Kordofangummi sind bis ins Innere hinein rissig, und dadurch unterscheidet sich das beste arabische von dem später zu betrachtenden besten Senegalgummi. In der Peripherie der Körner treten die Risse allerdings reichlicher auf als im Innern. Aber beim Senegalgummi erscheint an jedem Korn eine äußerst rissige Rinde, welche einen dichten risselosen Kern umgibt. Das Kordofangummi ist linksdrehend und liefert 24 Proz. Schleimsäure (siehe oben p. 70). Das Kordofangummi wird vornehmlich im Bezirke Bara gewonnen. Es kommt von Kordofan über Dongola, Mandjura (am weißen Nil) und Chartum nach Alexandrien und schließlich nach Triest[2]). —

bekannten Gummi von Gedaref, welches oft in faustgroßen Stücken angetroffen wird, aber selten hell gefärbt erscheint und meist ins Bernsteinbraune spielt (l. c., p. 1005).

1) W. Beam, Third Report Wellcome Research Laborat. Gordon Memor. College, Khartoum. London 1908.

2) Wie die Sortierung des Rohgummi und der Handel mit arabischem Gummi bis zum Jahre 1900 in Triest betrieben wurde, ist in der 2. Aufl. dieses Werkes, wie folgt, geschildert worden: »Nach Triest gelangt auch ein großer Teil der übrigen Sorten des arabischen Gummi, ja in neuester Zeit auch unsortiertes Senegalgummi. Triest ist einer der Hauptplätze des Gummihandels und speziell für arabisches Gummi der erste Handelsplatz der Welt. Die Sortierung des arabischen Gummi (Teilung des unmittelbar importierten Handelsproduktes durch Auslese, Siebung usw. in die nach Farbe und sonstiger Qualität verschiedenen Handelssorten) ist fast immer noch auf Triest beschränkt. In neuester Zeit versuchten auch Hamburger Importeure eine Sortierung des arabischen Gummi, aber nicht mit dem Erfolge, wie die Triestiner. (Gehe, Handelsberichte. Dresden, September 1894.) Infolge der kriegerischen Verhältnisse in den Nilländern ist Kordofangummi sehr teuer geworden. Nachdem der Krieg beendigt ist, dürfte der Handel mit arabischem Gummi wieder dadurch eine

Sennaargummi steht an Güte dem Kordofan zunächst und besteht aus kleinen Körnern von meist blaßgelblicher Färbung. — Das Suakingummi, vornehmlich auf der Hochebene von Takka von wild wachsenden Bäumen (Hashab wady) gesammelt, wird von dem wichtigen Hafen- und Handelsplatze Suakin am Roten Meer aus verschifft. Es bildet eine gelbgefärbte Sorte, welche mehr oder minder mit dunkelrotbraunen Körnern untermischt ist. Nicht selten ist es kleinkörnig und staubig. Das Suakingummi liefert 21,5 Proz. Schleimsäure und dreht die Polarisationsebene nach rechts. — Unter den mittleren Sorten des arabischen Gummi steht das Geddahgummi obenan. Wenn die Körner desselben auch niemals die helle Farbe der früher genannten Sorten erreichen, so ist es doch wegen größerer Klebkraft und anderer Eigenschaften sehr verwendbar und in der Appretur von Geweben sehr gesucht. Seine lange gekannten spezifischen Eigenschaften finden nunmehr ihre Erklärung in der Tatsache, daß es im chemischen Verhalten von den übrigen Sorten des arabischen Gummi abweicht (über die im Geddahgummi aufgefundene Geddahgummisäure s. oben p. 71). Die Rohware (Sammelprodukt) enthält allerdings auch trübe, blasige, mit Rindenstücken durchsetzte Körner; aber die elegierte Ware erscheint homogen und besteht aus honiggelben bis bräunlichen Körnern. Das Geddahgummi ist zumeist afrikanischen Ursprunges, wird aber von dem arabischen Hafen Geddah (Dschiddah)

Einschränkung erfahren, daß die ägyptische Regierung auf alle Sorten von arabischem Gummi einen hohen Ausfuhrzoll zu legen beabsichtigt, was aber nur zur Folge haben dürfte, daß der Handel mit Senegalgummi eine neue Begünstigung erfahren wird. Gehe, Handelsberichte. April 1899.« — So lagen die Dinge bis zum Jahre 1900. Nach brieflichen Mitteilungen vom Februar 1913, welche ich Herrn Professor Morpurgo in Triest verdanke, ist seit dem Jahre 1900 ein Rückgang im Gummihandel Triests eingetreten. Während früher auf die helle Farbe und Großkörnigkeit der Ware hohes Gewicht gelegt wurde, haben diese Eigenschaften für die Konsumenten jetzt nur einen geringen Wert, so daß die früher in Triest mit wahrer Virtuosität betriebene Sortierung der Rohware ihre Bedeutung eingebüßt hat und die ehemals durch Elegierung entstandenen schönen Sorten des arabischen Gummi nicht mehr gesucht werden. Die ehemals reichlichen ägyptischen Zufuhren von Gummi nach Triest haben sich stark verringert, indem von Ägypten sehr primitiv gereinigtes Gummi direkt nach den europäischen Konsumländern exportiert wird. Was den Triester Handel mit Senegalgummi anlangt, so teilt mir Herr Prof. Morpurgo mit, daß diese Ware für Triest nur vom Jahre 1899—1900, als das ägyptische Gummi selten und deshalb teuer war, Bedeutung hatte. In den letzten 5 Jahren wurden nur jährlich durchschnittlich 200 Meterzentner von Senegalgummi in Triest eingeführt. Ich möchte hier noch anmerken, daß nach Erkundigungen, welche ich im Jahre 1899 bei den ersten Wiener Handelshäusern, insbesondere solchen, welche in Triest Filialen besitzen, einziehen ließ, damals im österreichischen Handel das Senegalgummi, namentlich bezüglich der feineren Sorten, das Übergewicht gegen arabisches Gummi hatte. (S. auch unten bei Senegalgummi.)

verschifft. — Auch Somaligummi[1]) gelangt über Aden[2]) als arabisches Gummi in den Handel. Ich habe Gelegenheit gehabt, aus dem Somalilande stammendes Gummi (Sammelprodukt) zu untersuchen. Dasselbe zeichnet sich durch eine außerordentliche Ungleichmäßigkeit aus, offenbar, weil dasselbe von verschiedenen Spezies von *Acacia* abstammt. Es kommen in diesen Gummisorten helle, glasigbrechende Körner vor, darunter Stücke mit radialer Anordnung der bis ins Zentrum der Körner reichenden Risse (Fig. 16), wieder andere, welche dunkle Färbung und geringe Durchsichtigkeit besitzen und ihren Reichtum an unlöslichen Anteilen schon durch die geringe, auf die Oberfläche beschränkte Rissigkeit und das Auftreten klaffender Risse verraten (Fig. 15). Das Somaligummi ist die nachweislich älteste in Verwendung stehende Gummiart (s. unten

Fig. 15. Vergrößerung 1½ mal. Unregelmäßige Rißbildung an der Oberfläche von im Wasser unvollkommen löslichem, zähem Akaziengummi.

Fig. 16. Vergrößerung 2 mal. Bruchfläche eines Gummistückes einer Sorte von Somaligummi mit strahligem Gefüge. (Aus der Sammlung des bot. Museums in Berlin.)

in dem Paragraphen: Geschichtliches über das arabische Gummi) und wird auch gegenwärtig in großen Quantitäten gesammelt. Die Gummigewinnung wird im Somalilande durch Anschnitt unterstützt und soll unterhalb der Schnittwunde eine Bastbinde angelegt werden, an welcher

1) Im Somalilande, wo die verschiedensten Gummi und Gummiharze gekaut werden, unterscheiden die Bewohner nur süßes und bitteres Gummi; zu dem ersteren zählen arabisches Gummi und Weihrauch (»luban«, zu dem letzteren Myrrhe und andere Gummiharze. Captain S. B. Miles, On the Neighbourhood of Bunder Marayah. The Journ. of the Royal Geograph. Society. London 1872, p. 61 ff. Daselbst auch mehrfache Angaben über Gummi, leider ohne Anführung der botanischen Namen der Stammpflanzen.

2) Den Markt für das Somaligummi bildet der Hauptort der britischen Somaliküste, Berbera, von wo das Gummi über Aden nach Indien gebracht wird und von da z. T. nach Europa kommt. Nach Stohmann (Muspratt, 4. Aufl., Bd. III (1894, p. 1908) kommt dieses Gummi unter dem Namen Sumgh, in Ziegenfellen verpackt, nach Berbera.

sich die Hauptmasse des Gummi ansammelt, während ein Teil auf den Boden fließt und die geringste Sorte des Gummi bildet. Anschnitt der Bäume und Anlegen der Bastbinden werden anfangs März vorgenommen und einen Monat später beginnt die Ernte, welche bis zum September währt. Es wird nun das Sammelprodukt durch die Eingeborenen sortiert (die Somali nennen diese Prozedur »safi«, soviel als Auslese)[1]. So entstehen Sorten des Somaligummi von sehr verschiedener Güte. Gute Sorten sind »Wordi« (feinkörnig) und »Adad« (grobkörnig), gering, nämlich trüber und dunkler gefärbt, die Sorte »Djerjun«, schlecht, nämlich dunkel und sehr wenig durchsichtig bis undurchsichtig, reich an unlöslichem Gummi die Sorte »Lerler«[2]. Die Gummimenge, welche im Somalilande jährlich geerntet wird, schätzt man auf 2000—3000 Tonnen[3]. Daselbst ist Gummi ein Nahrungsmittel; es bildet für die Somali bei langen Tagmärschen, wie bestimmt angegeben wird, die einzige Nahrung[4]. Auch in der italienischen Kolonie Erythräa wird Akaziengummi gesammelt. Es rührt nach Schweinfurth von *Acacia Verek* und *A. Seyal* her[5], scheint aber noch nicht Gegenstand des Handels zu bilden. Abessinien ist wohl reich an *Acacia*-Arten, welche gutes arabisches Gummi liefern; aber die Gummigewinnung wurde dort arg vernachlässigt. Durch geeignete Maßnahmen ließen sich bedeutende Erfolge erzielen[6].

b) Senegalgummi.

Schon seit langer Zeit hat das aus dem Senegalgebiete nach Europa gelangende Gummi für den französischen Handel Bedeutung. Aus schon angeführten Gründen[7] konkurriert es nunmehr auch außerhalb Frankreichs mit dem Nilgummi und ist für den europäischen Handel von großer Wichtigkeit geworden. Viel von dem als »arabisches Gummi« verkauften Produkt ist tatsächlich Senegalgummi[8].

---

1) P. Paulitschke, Ethnographie Nordostafrikas. Die materielle Kultur der Somâl usw. Berlin 1893, p. 218. Benutzte Quellen (Révoil, Guillain und Bricchetti-Robecchi) zitiert p. 277.

2) Haggenmacher, Reise im Somalilande. Petermanns Geogr. Mitteilungen. Ergänzungsheft 47 (1876).

3) P. Paulitschke, l. c., p. 219.

4) P. Paulitschke, Ethnographie von Nordostafrika. Die geistige Kultur. Berlin 1896, p. 282. Über den Nährwert des Gummi s. weiter unten.

5) Schweinfurth, Le piante utili dell' Eritrea. Soc. Afric. d' Italia X (1890).

6) Tropenpflanzer IX (1905), p. 48.

7) S. oben p. 87.

8) A. Vogl führt in seinem Kommentar zur österreichischen Pharmakopöe (Wien 1892, p. 422) an, daß zur Zeit des Krieges in Massauah kein Kordofan- und Sennaargummi nach Europa gelangte und was den Apothekern als Gummi Acaciae zugeführt wurde, nur Senegalgummi war. S. auch Maben, Pharmaceut. Journ. and Transact. XX, p. 717. Nach Gehes Handelsbericht (Dresden, April 1899, p. 30) war damals schon

Das Senegalgummi wird von *Acacia Verek* abgeleitet. Für die guten Sorten dieses Gummi ist diese Ableitung als sicher zu betrachten. Hingegen wird bezüglich der geringeren Sorten vielfach angegeben, daß dieselben von anderen *Acacia*-Arten herrühren. Es würde sich, falls diese Angaben richtig sein sollten, rücksichtlich der Abstammung des Senegalgummi dieselbe Tatsache ergeben, die wir bei der Herleitung des Nilgummi kennen gelernt haben; es würden alle guten Sorten dieser beiden Hauptarten des Akaziengummi von demselben Baume *(Acacia Verek)* abstammen, hingegen die geringeren, sowohl im Senegal- als im Nilgebiete, von verschiedenen *Acacia*-Arten herrühren. Als Stammpflanzen der geringeren Sorten des Senegalgummi werden genannt: *A. Neboued*, *A. vera* und *A. albida*[1]).

Acacia Verek ist der wichtigste Gummibaum; derselbe liefert, wie wir gesehen haben, nicht nur das Senegalgummi oder doch die guten Sorten desselben, sondern auch die besten Sorten des nordafrikanischen Gummi. Da dieser Baum häufig neben anderen *Acacia*-Arten vorkommt, so ist es wichtig, ihn von anderen Spezies dieser Gattung zu unterscheiden. Während fast alle anderen Akazien schöne gelbe, kugelige Blütenköpfchen besitzen, hat der Verek (Haschab) blaßgelbliche, fast weiße Blüten, welche bis 8 cm lange, das Laub weit überragende Ähren bilden. Der Baum ist also, zumal zur Blütezeit, leicht kenntlich und bei flüchtiger Betrachtung nur mit *Acacia glaucophylla* zu verwechseln. In der Regenzeit ist der Verek sehr reich an Saft; in der hierauf folgenden trockenen Periode wird die Rinde, namentlich unter dem Einflusse der herrschenden trockenen Winde, wasserärmer, fast trocken, wodurch dieselbe vielfach einreißt, was den Gummiausfluß ermöglicht und beim Auftreten von größeren Rißwunden auch sehr begünstigt. Zur Blütezeit (Januar bis März) wird der Gummiausfluß reichlich und erreicht zu Ende dieser Periode und 1—2 Wochen später sein Maximum. Hierauf erst beginnt die Belaubung. Der Baum ist zwischen dem 8. und 40. Lebensjahre ertragsfähig.

In den Senegalländern ist es nicht üblich, die Bäume behufs Gummigewinnung anzuschneiden, sondern man sammelt nur dasjenige Gummi,

---

Senegalgummi im deutschen Handel so gut eingeführt, daß es kaum möglich erschien, Kordofangummi werde wieder seinen alten Platz behaupten können, eine Voraussage, die sich aber nicht erfüllt hat. S. auch oben die Note auf p. 105.

1) Taubert in Engler-Prantls Pflanzenfamilien, l. c., p. 112. Nach Cotton, Journ. de Pharm. et de Chimie, 1893, p. 600 (aus Bull. de Pharm. de Lyon) stammt nur das Gummi vom Unterlauf des Senegal von *A. Verek*, während das Galamgummi anderer Herkunft sein soll. Der Autor sagt, die einen leiten dieses Gummi von *A. vera*, die anderen von *A. albida* ab. Er spricht aber auch noch davon, daß andere (nicht näher genannte) *Acacia*-Arten geringe Sorten von Senegalgummi liefern.

welches von selbst aus den Bäumen ausfließt[1]). Da rücksichtlich des Nilgummi die Erfahrung längst gelehrt hat, daß nach künstlichem Anschnitt der Bäume das Gummi nicht nur reichlicher ausfließt, sondern die Qualität eine bessere ist, das Produkt sich namentlich durch helle Farbe auszeichnet, so lag es nahe, zu empfehlen, auch dort das Anschneiden der Bäume vorzunehmen[2]).

Das leicht mit der Hand erreichbare Gummi wird von den Stämmen und Ästen abgebrochen, sonst bedient man sich mit scheren- und löffelartigen Werkzeugen versehener Stangen zur Gewinnung des Gummi[3]).

Das Senegalgummi kommt, namentlich im französischen Handel, in sehr zahlreichen Sorten vor. Zunächst sind die unmittelbaren Sammelprodukte zu unterscheiden: 1. Das Gummi vom Unterlauf des Senegal *(gomme du bas du fleuve)*. Es bildet große rundliche, oder dicke wurmförmige Stücke, welche in der Farbe verschieden (lichtweingelb bis bräunlich) oder nahezu farblos sind. 2) Gummi vom Oberlauf des Senegal *(gomme du haute du fleuve = gomme de Galam)*[4]). Dieses Gummi besteht aus kleineren Körnern, ist reich an wurm- und astförmigen Stücken. Es wird angegeben, daß das Galamgummi spröder und etwas leichter löslich in Wasser und im allgemeinen reicher an farblosen Stücken sei. Das erstere dieser Sammelprodukte kommt aus dem Distrikte Podor am unteren Senegal, das letztere aus den Fouhlah-Landdistrikten Guidimaka und Bambouk. Das erstgenannte Sammelprodukt wird als das bessere angesehen; aus demselben gehen auch die schönsten Sorten (»electissimum«) hervor. Doch ist jedes der beiden Sammel-

1) E. Dürkop, Nutzpflanzen der Sahara. Beiblätter zum Tropenpflanzer 1903.

2) Tschirch, Handbuch der Pharmakognosie. Bd. II (im Erscheinen), p. 424.

3) Das Aufsammeln des Gummi erfolgt durch die Kriegsgefangenen der Wanderstämme, welche die Gummibezirke beherrschen. Die gummisammelnden Stämme bringen ihre Ware an im Einverständnis mit den Franzosen gewählte Stellen am Strome (escales), wo das Gummi gegen Baumwollenzeuge, Korallen- und Bernsteinschmuck, Waffen, Pulver usw. eingetauscht wird. Eine sehr eingehende und anziehende Schilderung der Einsammlung des Senegalgummi gibt Flückiger in der Schweiz. Wochenschrift für Pharmacie, 1869, Nr. 6, 7 und 8. S. hierüber auch Cotton, l. c., p. 599 ff. Hier findet sich auch die mit der obigen Darstellung (p. 108) nicht im Einklange stehende Angabe, daß zwei Perioden der Einsammlung eingeführt sind: die »*grande traite*« von April bis Ende Juni, und die »*petite traite*« von Dezember bis Februar. In der ersten Periode wird nicht nur die größte Menge von Gummi gesammelt, es wird hierbei auch das schönste und reinste Produkt erhalten. Bei der kleinen Ernte wird nicht nur bedeutend weniger, sondern auch ein vielfach mit Erd- und Staubteilchen verunreinigtes Gummi gewonnen.

4) Unter »gomme de Galam« findet man in der Regel das oben genannte Sammelprodukt verzeichnet, welches aus Galam (Kadschaga) und den Nachbargebieten vom Oberlauf des Senegal kommt. Es scheint aber das Wort »Galamgummi« auch als Ausdruck für die geringen und schlechten Sorten des Senegalgummi zu gelten. Cotton, l. c., p. 600.

produkte je nach der Einsammlungszeit von sehr verschiedenem Reinheitsgrade. Die mehr kleinkörnigen, aber weißesten Sorten (»albissimum«) scheinen hauptsächlich aus Galamgummi ausgelesen zu werden. Es wird noch ein drittes Sammelprodukt unterschieden: *Gomme friable* (ou Salabreda, ou Sadra beida), welches sich aus zahlreichen kleinen Körnern und dünnen wurmförmigen Stücken zusammensetzt, welche relativ sehr spröde sind. Die wurmförmigen Stücke sind wenig gefärbt oder farblos, die Körner aber verschieden in der Farbe[1]).

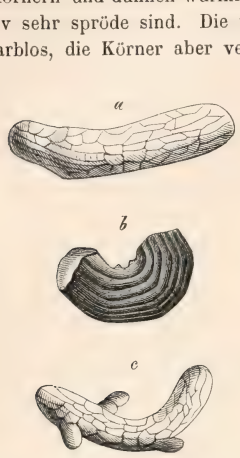


Fig. 17. Natürliche Größe. Senegalgummi. *a*, *b* wurmförmige Stücke. *c* astförmiges Stück.

Die Hauptmasse bildet *bas du fleuve*, hierauf folgt *Galam*, zuletzt *Salabreda*. Im Jahre 1896 wurden ausgeführt:

bas du fleuve	220 239	Säcke,
Galam . .	44 481	»
Salabreda .	1 146	»[2]).

Die genannten Rohstoffe kommen zunächst in die Häfen St. Louis und Rufisque, in geringer Menge auch nach Freretown, und von da in den europäischen Handel, werden aber vorher einer Sortierung durch Auslese und Siebung unterworfen. Es geschieht dies im großartigen Maßstabe durch die Société des Importateurs-Trieurs in Senegal selbst, besonders aber in Bordeaux. Schon in den 70er Jahren brachte dieselbe über 3 Mill. kg Gummi auf den Markt, welche Menge sich bis auf etwa 8 Mill. kg gesteigert hat, zeitweilige Rückfälle abgerechnet, welche ihren Grund in Mißernten haben (April 1899)[3]).

Durch diese Sortierung entstehen folgende Handelsprodukte: *Gomme blanche*. Dieses Gummi besteht aus fast farblosen oder nur wenig gefärbten Stücken, welche sich in betreff des Aussehens den besten Sorten des arabischen Gummi gleichstellen lassen. Die einzelnen Stücke, von kugeliger, halbkugeliger oder elliptischer Gestalt, haben einen Durchmesser von 1—4, meist von etwa 2 cm. Seltener erscheinen darin

1) Im deutschen Großhandel (s. Gehe, Handelsberichte, Dresden) kennt man, abgesehen von den elegierten Sorten, von Senegalgummi nur »haut du fleuve« und »Galam«. Ersteres ist die bessere Sorte, welche auch höher im Preise steht.

2) Wördehoff und Schnabel, Zeitschrift für tropische Agrikultur. Bd. I, p. 112.

3) S. hierüber Gehes Handelsberichte. Dresden, April 1899. Nach anderen Berichten bewegte sich innerhalb der Jahre 1900—1910 die Exportziffer des Senegalgummi zwischen 2—4 Mill. kg und wird im Vergleich zum arabischen Gummi ein Rückgang der Produktion angegeben.

stark verlängerte, schwach wurmförmig gekrümmte Stücke. Die Oberfläche ist mit netzförmig angeordneten Rißlinien durchsetzt, zwischen welchen man mit der Lupe eine zarte Parallelstreifung erkennt. Die rissige Oberfläche unterscheidet sich in der Regel scharf von der dichten, homogenen und auf frischem Bruche glänzenden Innenmasse der Körner (Fig. 18). Die genannten Eigentümlichkeiten machen es möglich, diese Sorte von den besten Sorten des Nilgummi zu unterscheiden.

Als Untersorte dieses Produktes ist das *gomme petite blanche* anzusehen, welches bis auf die Größe — die Stücke halten bloß 0,5

Fig. 18. Natürliche Größe. Ein Stück Senegalgummi, quer gebrochen. *a* Bruchfläche, glänzend, homogen. *b* rissige, das ganze Stück umkleidende Hülle.

Fig. 19. Vergr. 1½mal. Senegalgummi. *A* Umriß eines halbkugelförmigen Stückes. *B* dasselbe, um die radial und tagential orientierten Sprunglinien auf der Oberfläche der flachen Seite des Stückes zu zeigen.

bis 1,5 cm im Durchmesser — in allen Eigentümlichkeiten mit der beschriebenen Sorte übereinstimmt.

Gomme blonde. Die Farbe der Körner ist weingelb, mit einem Stich ins Rötliche. Die Stücke gleichen in der Größe den Stücken der Sorte *g. blanche*, manchmal sind sie sogar noch größer. Die Oberfläche ist fast stets warzig, mit der Lupe gesehen fein runzelig und gestreift. Sprunglinien sind nur spärlich zu finden.

Gomme petite blonde ist eine Untersorte, deren Körner sich von der genannten Sorte bloß durch die Größe unterscheiden. Der Durchmesser der Stücke beträgt bloß 0,5—1,5 cm.

Gomme vermicellée besteht aus ast- und wurmförmigen Stücken von weißlicher oder blaßgelblicher Farbe (Fig. 17).

Diesen drei schönsten und besten Sorten des Senegalgummi reihen sich folgende an.

Gomme fabrique stimmt nahe mit der Sorte *gomme blonde* überein, nur sind die Stücke dunkler und ungleicher in Form und Größe.

Gomme boules setzt sich aus großen kugeligen Stücken von Orangengröße zusammen[1]), welche in der Farbe zwischen *gomme blanche* und *gomme blonde* stehen, und wohl künstlich geformt sein dürften.

Die mit dem Namen *Galam en sorte* bezeichnete Ware besteht aus ungleich großen und ungleich gefärbten Stücken, welche mit wurmförmigen Körnern und Rindenstücken durchsetzt sind und der Sorte *blonde* im übrigen ziemlich nahe kommen.

Hieran reihen sich die Sorten: *Gomme du bas du fleuve en sorte* und *Salabreda en sorte*. Erstere Sorte setzt sich hauptsächlich aus dick-wurmförmigen, äußerlich gestreiften oder gerunzelten Stücken von weingelber Farbe zusammen, welche meist 1—3 cm lang, 0,5 bis 0,8 cm dick und oft mit papierdünnen, braunen Rindenstückchen bedeckt sind. Die Sorte *Salabreda* ist die ungleichförmigste von allen aufgezählten Arten des Senegalgummi. Sie besteht aus dünnen, ast- und wurmförmigen Körnern von weißer bis topasgelber Farbe, welche reichlich mit höchst verschieden (weiß, gelb, orangerot, rot in der Farbe des doppeltchromsauren Kalis, bis braunschwarz) gefärbten Bruchstücken und kleinen Rindenstückchen gemengt sind. Die große Ungleichförmigkeit dieser Sorte läßt wohl annehmen, daß man es in dieser Gummisorte mit einem von verschiedenen Bäumen herrührenden Sammelprodukte zu tun habe[2]).

Baquaques et marons. Mit diesem Namen hat man die geringste Sorte des Senegalgummi belegt. Sie ist so stark mit Rinden und anderen Verunreinigungen gemengt, daß die Menge der gummiartigen Substanzen in dieser Sorte im Mittel nur 73 Proz. beträgt. Die Körner dieser Sorte sind in Form und Farbe (braunrot, braunschwarz, zinnoberrot, selten grünlich) sehr verschieden. Diese Sorte hat einen süßlichen, karamelartigen Geschmack. Die Auflösung klebt relativ schwach[3]).

Alle aufgezählten Sorten bestehen aus großkörnigen Stücken. Die Bruchware wird durch weitere Siebung in folgende Sorten geschieden:

Gomme gros grabeaux. Die Körner haben einen mittleren Durchmesser von etwa 8 mm. Die wurmförmigen Stücke sind etwas länger.

Gomme moyens grabeaux. Körner gewöhnlich 5 mm im Durchmesser. Wurmförmige Stücke meist länger.

---

1) Diese Sorte ist in den Schaufenstern der Pariser Apotheken häufig zu sehen.

2) In dem Katal. der Col. fr. usw. p. 76 wird dieses Gummi als gomme friable de *Acacia albida* angeführt.

3) Diese Sorte wird auch »marrons rôtis« genannt und scheint ein aus Gummistaub und Sägemehl durch Einwirkung von Wasser und erhöhter Temperatur hergestelltes Kunstprodukt zu sein. S. hierüber Wiesner, Gummi und Harze.

Gomme menus grabeaux. Körner 2—3 mm im Durchmesser. Wurmförmige Stücke fehlen.

Gomme poussière grabeaux. Homogener Gummistaub, dessen Körnchen gewöhnlich weniger als 1 mm messen.

Im deutschen und österreichischen Handel erscheint das Senegalgummi unsortiert (»naturell«) als »haut du fleuve« und »Galam« oder nach Größe und Schönheit oder nach der Farbe sortiert als electissimum, electum usw., und albissimum, album, oder auch als »blanche« und »rouge«[1]).

Die Versendung des Senegalgummi erfolgte früher meist in Tierhäuten, jetzt vornehmlich in Jutesäcken. Jeder Sack hat ein Gewicht von 80—90 kg.

Der Handel mit Senegalgummi ist nicht so alt als der mit Nilgummi. Vom 17. Jahrhundert an gewann er für Frankreich Bedeutung und nunmehr ist er für Europa von Wichtigkeit geworden. Der Aufschwung dieser Ware beginnt mit der rationellen Sortierung (»triage«), denn erst mit der Herstellung von bestimmten, durch Auslese gewonnenen Sorten ist dieses Gummi gegenüber den guten und besten Sorten des Nilgummi (Kordofan, Sennaar) konkurrenzfähig geworden. Der für Frankreich so wichtig gewordene Industriezweig der »triage« wurde im Jahre 1832 von Adrien Doris père ins Leben gerufen.

c) Deutsch-afrikanische Gummiarten.

Seit der deutschen Kolonisation im tropischen und subtropischen Gebiete Afrikas (Deutsch-Ostafrika zwischen 1°—11°44′ südl. Br. und Deutsch-Südwestafrika zwischen 17°20′—29° südl. Br.) werden bedeutende Anstrengungen gemacht, das in den genannten Ländern z. T. massenhaft auftretende Gummi dem Handel, insbesondere dem deutschen, und der deutschen Industrie dienstbar zu machen. Hauptsächlich ist es Deutsch-Südwestafrika, nämlich Angra Pequena und das Namaland (Groß-Namaqualand)[2]), wo man die natürliche Gummiproduktion rationell zu verwerten bestrebt ist und sogar daran geht, was bisher in keinem der gummiproduzierenden Länder geschehen ist, Gummiplantagen anzulegen[3]).

---

1) Preisliste von G. & R. Fritz, Wien, p. 71.

2) Klein-Namaqualand ist englisches Gebiet; auch dort wird Gummi für den europäischen Handel gesammelt.

3) S. hierüber hauptsächlich: Taubert in Engler-Prantl, Pflanzenfamilien III, 3 (1894), p. 110. Taubert in Englers Nutzpflanzen Ostafrikas, p. 425 ff. C. Hartwich, Bot. Zentralbl. 1897, II, 2, p. 246. O. Warburg, Einige Bemerkungen zur südwestafrikanischen Gummifrage. Zeitschr. für tropische Agrikultur. Bd. II (1898), p. 17 ff. Gessert, Gummiplantagen im Namalande. Ebenda p. 14. Thoms, Gummi arabicum aus Angra Pequena. Ebenda p. 15. K. Dietrich, Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft VIII (1898), p. 87.

Aber auch in Deutsch-Ostafrika, insbesondere in den Steppengebieten, kommen reichlich schon länger bekannte gummiliefernde Akazien vor, z. B. *A. spirocarpa*, *stenocarpa* und *Seyal*, aber auch neu aufgefundene Spezies, z. B. *A. Kirkii*. Wie weiter unten auseinandergesetzt werden wird, liefert gerade dieser Baum ein sehr brauchbares Gummi. Von großer Bedeutung für die Gummiproduktion in dem deutsch-afrikanischen Gebiete scheint das Produkt zu sein, welches Deutsch-Adamana (östlich. Sudan, der deutschen Interessensphäre angehörig) liefert. Im Jahre 1908 betrug die dortige Gummiproduktion 265 753 kg, im Jahre 1909 279 110 kg. Das Gummi von Deutsch-Adamana stammt von *Acacia Verek* und *A. xanthophloea* und ist verschiedener Qualität. Die beste neuere Sorte (»Falli«) bildet ein gutes »arabisches Gummi«. Minder gut sind die gelb oder rot gefärbten Sorten (»Marua«). Am geringsten ist die Sorte »Mumuye«, welche braune bis schwarze Klumpen bildet[1]). Die gummiliefernden Bäume werden plantagenmäßig gehalten. Es werden behufs Gewinnung des Gummi Rindenstreifen abgelöst, welche 60—100 cm lang und 5—8 cm breit sind. Einschnitte in das Holz werden vermieden. Die ungepflegten wilden Bestände werden kaum mehr exploitiert[2]).

Mehr als die Verschiedenheit im Aussehen sprechen die entgegengesetzten Urteile über die Löslichkeitsverhältnisse, überhaupt über den Gebrauchswert der bisher aus Deutsch-Afrika nach Deutschland gebrachten Gummiarten für die Abstammung dieser Produkte von verschiedenen *Acacia*-Arten. Es wird angegeben, daß alle *Acacia*-Arten der genannten Gebiete Gebrauchsgummi liefern könnten (Taubert), aber es scheinen in Deutsch-Südwestafrika doch außer den schon genannten Spezies nur *Acacia horrida*, der Dornbaum, *A. Giraffae*, *A. erioloba* und *albida* das in den Handel gebrachte Sammelprodukt zu liefern. Nach Warburg und Gessert liefert *A. horrida* ein gutes Gummi. Es ist auch der Baum, welcher von Gessert für die Gummiplantagen im Nama-Lande empfohlen wurde. *A. Giraffae*[3]) scheint nur geringes oder sogar unbrauchbares Gummi zu liefern. Wie Warburg schon vor einigen Jahren hervorhob, wäre eine Aufhellung der botanischen Provenienz der deutsch-afrikanischen Gummiarten höchst erwünscht und dürfte nach seiner Ansicht zu wichtigen Resultaten führen. Aus oben bereits mitgeteilten Daten ist zu entnehmen, daß in neuester Zeit einiges zur Kenntnis der botanischen Herkunft des Gummi beigetragen wurde.

---

1) Als »Mumuye« werden auch andere geringe Gummiarten bezeichnet (z. B. von *Combretum*; s. oben p. 98).

2) Dalziel, Bull. Roy. Bot. Gard. Kew. 1910. E. Fickendey (Kamerun). Die pflanzlichen Exportprodukte von Deutsch-Adamana. Tropenpflanzer XV (1911), p. 157 ff.

3) Nach Schinz ist *Acacia erioloba* = *A. Giraffae*.

Die Angaben über die Qualitäten des genannten deutschen Kolonialproduktes gehen weit auseinander. Hartwich hält das deutsch-afrikanische Gummi für sehr brauchbar, hingegen Wördehoff und Schnabel für unbrauchbar. Nach dem von der Deutschen Reichsdruckerei abgegebenen Gutachten ist es für die Zwecke dieses Etablissements nicht zu verwenden[1]). Nach Hartwich ist dieses Gummi im Wasser vollkommen, nach Thoms nur teilweise löslich. Die Viskosität hat Hartwich größer als die des arabischen und Senegalgummi gefunden. Die Farbe dieser Gummiarten geht von wasserhell durch rötlich ins Braune.

Weniger die Farbe (s. oben p. 58) als die verschiedene Löslichkeit spricht für eine verschiedene Abstammung der deutsch-afrikanischen Gummiarten. Es muß das Hauptaugenmerk der Kolonisten darauf gelenkt werden, das Gummi von jenen Baumarten zu gewinnen, welche sich als die besten und zuverlässigsten Gummilieferanten erweisen. Es wird aber für die Zukunft dieser deutschen Kolonialware auch von Wichtigkeit sein, eine rationelle Sortierung des rohen Sammelproduktes vorzunehmen.

Was die Qualität des Gummi je nach der botanischen Provenienz anlangt, so bin ich nur in der Lage, über das Gummi von wenigen *Acacia*-Spezies nach eigenen Beobachtungen urteilen zu können. Meine Wahrnehmungen beziehen sich insbesondere auf das Gummi von *Acacia horrida* und *A. Kirkii*[2]), welche beiden Gummiarten ich Herrn Professor A. Engler verdanke. Die erstere wurde in Deutsch-Südwestafrika von Marloth gesammelt. Die zumeist rundlichen Stücke hatten häufig eine feinstreifige bis flachwarzige, selten eine glatte, erst bei mikroskopischer Betrachtung streifig oder netzartig aussehende natürliche Oberfläche. Alle Stücke waren im frischen Bruche glasartig durchsichtig, brachen muschelig und hatten eine blaß weingelbe bis topasgelbe Farbe. Der Strich war weiß, desgleichen das pulverisierte Gummi. Es ließ sich leicht pulvern. Dieses Gummi löste sich bis auf Spuren von Verunreinigungen vollständig im Wasser auf, im kalten fast im gleichen Maße wie im warmen und heißen. In allen wesentlichen Eigenschaften stimmt dieses Gummi mit den guten Sorten des arabischen und Senegalgummi überein. — Das Gummi von *Acacia Kirkii* wird als eine besonders gute Sorte von Akaziengummi betrachtet. Gewiß ist dieses Produkt zum mindesten den mittleren Qualitäten des arabischen Gummi an die Seite zu setzen. Ich verdanke Herrn Prof. A. Engler Originalproben dieses Gummi in unsortiertem Zustande. Einzelne Stücke sind weiß (opak) oder nahezu farblos (durchsichtig), an anderen geht die Farbe von Topasgelb ins Lichtbräunliche. Es ist gänzlich in Wasser

1) Vgl. unten die Note 2 auf p. 122.

2) S. auch oben über das Gummi von *Acacia usambarensis* und *verugera*, p. 94.

löslich, besteht der Hauptmasse nach aus Arabin und ist frei von Bassorin. In Chloralhydrat ist es vollkommen löslich. Ich habe in diesem und dem vorher besprochenen Gummi jene Gummase (Gummiferment) aufgefunden, welche ich zuerst im arabischen Gummi nachwies. Durch Guajaktinktur ließ sich auch die Gegenwart einer Oxydase in diesen beiden Gummiarten nachweisen. Von mittleren Sorten des arabischen Gummi ist dieses Gummi in nichts zu unterscheiden und durch Auslese könnten ganz ausgezeichnete Sorten abgeschieden werden.

d) Ostindisches Gummi.

Neben anderen Gummiarten (s. insbesondere unten bei Feroniagummi) kommt auch Akaziengummi aus Indien in den europäischen Handel. Es sei vor allem bemerkt, daß ein großer Teil des nordostafrikanischen Gummi mit indischen Schiffen nach Europa gelangt und manchmal als indisches Gummi bezeichnet wird.

Es wird aber auch Akaziengummi in Indien selbst gesammelt und nach Europa versendet. So gibt schon Waring[1]) an, daß in Vorderindien von *Acacia arabica* und von *A. Farnesiana*[2]) Gummi gesammelt wird. Bezüglich des Gummi der letzteren sagt der Autor, daß es zu medizinischen Zwecken diene und zur Bereitung von Malerfarben geschätzter sei, als arabisches Gummi, was nach den Beobachtungen, welche ich an dem Gummi von *Acacia Farnesiana* anzustellen Gelegenheit hatte, nicht wahrscheinlich ist. Nach Rideal[3]) sollen die aus Indien in den Handel gelangenden Gummiarten immer mehr und mehr an Bedeutung gewinnen. Außer den genannten Akazien sollen auch *Acacia Catechu* und *ferruginea*[4]) Gummi liefern. Nach diesem Autor ist das in Indien als »Amrad« (= »Ghatti«) bezeichnete Gummi ein Gemenge verschiedener Akaziengummen. Als Ghatti oder Ghati wird auch das Gummi von *Anogeissus latifolia* (s. oben p. 98) bezeichnet[5]. Im deutschen Handel erscheint ostindisches Gummi, aber nicht in großer Menge; es ist billig, aber von geringem Werte[6]).

Ich habe verläßliches, von *Acacia Catechu* und *A. Farnesiana* stammendes Material zu untersuchen Gelegenheit gehabt, welches ich z. T. Herrn Prof. A. Engler zu danken hatte, z. T. selbst aus Indien mitbrachte. *A. Farnesiana* stammt aus Westindien, wird aber jetzt in

1) Pharmacop. of India. 1868. S. auch Prebble, Notes of East India Gums. Pharm. Journ. and Transact. XVIII (1888), p. 693.

2) Nach Watt, Products of India I, p. 48, wird das Gummi von *Acacia Farnesiana* in Sind gesammelt.

3) Beckurts, Jahresbericht. 1892.

4) Watt, l. c., I, p. 28 und 50.

5) Dymock, Warden and Hooper, Pharmacographia India. I (1890), p. 544.

6) Gehe, Handelsberichte. Dresden.

den warmen Ländern allenthalben kultiviert[1]). Das von Prof. Engler mir übersandte Gummi von *A. Farnesiana* stammt aus Costarica, das von *A. Catechu* wurde von Schweinfurth aus Faschoda mitgebracht. Das Gummi der ersteren bildet unregelmäßige, rundliche, warzige Körner, auch tropfenartig aussehende Massen. Die natürliche Oberfläche der ersteren ist häufig dick streifig. Es besitzt eine weingelbe oder häufiger honigbraune Farbe und stimmt sonst in Bezug auf die Eigenschaften mit den geringen Sorten des arabischen Gummi überein. Die Menge des unlöslichen, bloß quellbaren Gummi beträgt etwa 1 Proz. Eine sehr geringe Sorte bildet nach den von Schweinfurth und den von mir mitgebrachten Proben das Gummi von *Acacia Catechu*. Es hat allerdings auf frischem Bruche ein glasiges Aussehen, pulvert sich leicht, hat aber schon eine starke Färbung, welche von honiggelb ins Honigbraune geht. Einzelne Körner sind rot gefärbt. Die natürliche Oberfläche der knolligen oder stalaktitischen, auch tränenförmigen Stücke ist rissig-fazettiert oder auch warzig. Enthält das Gummiferment und nach Ausweis der Guajakprobe ein oxydierendes Enzym. Es ist reich an bloß quellbarem, aber in Wasser unlöslichem Gummi (5 Proz.) und gehört zu den geringsten Sorten von Akaziengummi[2]).

Zu »Indian Gum arabic« wird auch das Gummi von *Feronia elephantum* (s. unten), von *Odina Wodier* (s. oben p. 96) und *Anogeissus latifolia* (s. p. 96 und 98) gerechnet.

e) Australisches Gummi.

Diese Gummiart, im englischen Handel und in den Heimatländern Wattle gum genannt, besteht aus stalaktitischen oder halbkugeligen Stücken mit einer flachen Seite, mit der die Stücke, die eine Länge bis zu 10 cm erreichen, den Rinden der Stammbäume anhafteten. An dieser flachen Seite liegen oft noch kleine Rindenstückchen, welche mit der Gummimasse innig verbunden sind. Durch genaue mikroskopische Vergleichung der Rindenstücke mit der Rinde von *Acacia pycnantha Benth.* läßt sich erweisen, daß diese über das Innere von Neusüdwales verbreitete Akazie[3]) die Stammpflanze der Hauptmasse des australischen Gummi ist[4]).

1) Taubert in Engler-Prantls Pflanzenfamilien. III, 3, 1894, p. 112.

2) Nach Watt, Products of India I, p. 28 soll *Acacia Catechu* ein schwach gelbliches, in Wasser lösliches Gummi von guter Qualität geben, was nach obigen Daten wohl zu berichtigen ist. Über indische Gummiarten, welche von *Acacia*-Arten herrühren, s. auch Hooper, A report on Indian Gums yield by spec. of Acacia. Indian Forester 1904. S. auch Watt, The commercial products of India. London 1908, p. 2 ff.

3) The London Journ. of Botany I, p. 351.

4) Wiesner, Gummi und Harze, p. 31.

Außer *Acacia pycnantha* (»golden wattle«), welche auch durch hohen Gerbstoffgehalt der Rinde ausgezeichnet ist und eine sehr wichtig gewordene Gerberrinde liefert, werden als gummiliefernde australische Arten noch angeführt: der Baum »Myall«, nämlich *A. homalophylla*, *A. mollissima* und *A. dealbata*[1]. Auch die südaustralische *A. retinoides* soll Gummi liefern[2], desgleichen die australische Gerberakazie, *A. decurrens*, über welche oben (p. 90) nachzusehen ist[3].

Das im Handel gewöhnlich vorkommende, von *Acacia pycnantha* abstammende australische Gummi ist von rotbrauner Farbe, durchscheinend, im Innern ziemlich homogen. Die Oberfläche der Stücke ist glatt und von netzartig verbundenen Sprunglinien durchsetzt. Die frische Bruchfläche ist entweder gänzlich oder doch an einzelnen Stellen matt. Diese matten Partien zeigen häufig eine zarte Parallelstreifung. Die wässerige Lösung des australischen Gummi hat einen schwach süßlichen Geschmack. Trotz der dunklen Farbe dieser Gummisorte zeichnet sie sich doch von den übrigen gefärbten Sorten des Akaziengummi vorteilhaft aus und zwar sowohl durch ihre ebenso leichte als vollständige Auflösung in Wasser. Australisches Gummi dreht in Lösung die Polarisationsebene nach links. Unter allen Akaziengummen liefert dasselbe die größte Menge von Schleimsäure[4].

f) Andere Akaziengummiarten.

Auch aus anderen als den bisher angeführten Ländern kommt, allerdings in kleineren Mengen, Akaziengummi in den Handel, und es hat den Anschein, daß schließlich überall, wo gummierzeugende Akazien in größerer Menge auftreten, deren Gummi in den Handel gelangen wird. Die fortwährend sich steigernde Verwendung des sogenannten arabischen Gummi in der Industrie und die Unersetzbarkeit desselben durch künstlich dargestellte gummiähnliche Körper (z. B. Dextrin) lassen dies erwarten.

Seit langer Zeit kommt aus dem nordwestlichen Afrika, und zwar aus Marokko ein Gummi in den Handel, und wird von dem marokkanischen Hafen Mogador nach Europa gebracht. Dieses Gummi, marokkanisches Gummi oder Mogadorgummi genannt, stammt von *Acacia gummifera*, welche nach Hooker im südlichen und westlichen Marokko große Bestände bildet[5]. Es besteht meist aus dunkelgefärbten,

1) Ferd. v. Mueller, Select Plants for industrial culture in Victoria. 1872.

2) Taubert, l. c., p. 110.

3) Über das in Australien von *Flindersia maculosa* und von *Mexoneurum Scortechinii* Gummi s. oben p. 95 und 93.

4) S. oben p. 70.

5) Hooker and Bull, Journ. of a tour in Marokko etc. Tropenpflanzer VII (1903), p. 178.

süßlich schmeckenden Körnern, welche sich in Wasser unvollständig lösen. Der lösliche Anteil dreht die Polarisationsebene nach rechts. Unter allen bisher untersuchten Arten von arabischem Gummi (Akaziengummi) liefert das Mogadorgummi die geringste Menge von Schleimsäure. — Aus dem nordwestlichen Afrika kommt nach Pereira auch eine mindere Sorte von Gummi, dessen Körner wenig durchsichtig, gelbgrünlich sind und sich nicht vollständig in Wasser lösen[1]).

Auch aus dem nördlichen Afrika kommt zeitweise ein kleines Quantum Gummi auf den europäischen Markt. Es wird in Tunis (Ebene von T'hala) gesammelt. Das tunesische Gummi ist besserer Qualität als das marokkanische, was sich wohl dadurch erklärt, daß *Acacia horrida,* welche, wie wir gesehen haben, erfahrungsgemäß gutes Gummi liefert, die Stammpflanze dieser Gummiart ist. Daß aber gerade diese Baumart das tunesische Gummi liefert, wird von Doumet-Adanson mit Bestimmtheit angegeben[2]).

Im westlichen, äquatorialen Gebiete Afrikas sind es Angola und Benguella, welche Gummi produzieren und, freilich nur in geringer Menge, exportieren. In beiden Gebieten sammeln die Kopalsucher nebenher auch Gummi, welches von *Acacia horrida, A. etbaica, A. erubescens* und *A. albida* abstammt[3]). *A. horrida* liefert gutes, hingegen *A. albida* nach mehrfachen Angaben[4]) ein geringes Gummi. Auch *A. etbaica* und *erubescens* sollen ein Gummi von guter Qualität liefern[5]). Die englische Royal-Niger-Company bringt seit einigen Jahren 4—6000 Kisten Gummi nach Liverpool, welches aber in Qualität dem Senegalgummi nachsteht[6]).

Das oben mehrfach erwähnte Kapgummi ist meist von dunkler Farbe und überhaupt geringer Qualität. Es kommt mit indischen Schiffen nach England und hat für den Kontinent gar keine Bedeutung. Es stammt von *Acacia Karoo (= A. horrida)* und *A. Giraffae.* Die oben (Vorkommen des Gummi) genannten amerikanischen Arten von Akaziengummi wurden bisher nicht genau untersucht. Sie scheinen durchweg von minderer Qualität zu sein. Für Europa haben sie keinerlei Bedeutung.

Das Akaziengummi erscheint gewöhnlich im Handel als Gummi arabicum, von welchem man die elegierten Sorten albissimum und album usw.,

1) Stohmann, l. c., p. 1912.

2) Note sur l'Acacia gommifère de la Tunesie. Repert. d. Pharm. 1874.

3) A. F. Moller, Gummiakazien in Angola. Zeitschrift für tropische Landwirtschaft. Bd. II (1898), p. 128 ff.

4) A. F. Moller, l. c., p. 129.

5) Ebenda.

6) Wördehoff und Schnabel, Über Senegalgummi. Zeitschrift für tropische Landwirtschaft. Bd. I (1897), p. 112.

ferner electissimum, electum und ein minder reines, aus ungleichfarbigen Stücken zusammengesetztes Produkt als Gummi arabicum naturale unterscheidet. Doch wird es auch im Handel nach der Provenienz benannt, z. B. als Kordofangummi, Suakingummi, Gummi Senegalense[1]), G. indicum, G. Ghatti[2]) usw. Kleinkörnige Bruchware heißt Granisgummi.

Die Provenienz der elegierten Sorten des arabischen Gummi ist wohl nicht immer aus dem Namen, welchen man denselben beilegt, zu entnehmen. Nach Mitteilungen eines großen Wiener Handlungshauses, welches die Triestiner Verhältnisse der Gummisortierung genau kennt, wird in Triest auch rohes (unsortiertes) Senegalgummi eingeführt, und zwar sowohl »bas du fleuve« als »Galam«, von welchem das erstere höher im Preise steht. Bei mittleren und geringeren kleinkörnigen Rohmaterialien kommt es vor, daß auch arabisches Gummi mit Senegalgummi gemengt wird. — Einer gefälligen Mitteilung der Dresdener Firma Gehe & Comp. vom Jahre 1900 entnehme ich die Tatsache, daß unter dem Namen »Kordofangummi« häufig Senegalgummi, oder ein Gemenge von arabischem (nach meiner Ausdrucksweise »Nilgummi«) und Senegalgummi vorkommt[3]). Mit Rücksicht auf ein genaues Studium der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gummiarten ist zu betonen, wie wenig man sich bezüglich der Natur der Gummiarten auf die käuflichen Produkte verlassen darf, und wie notwendig es für diese Zwecke sein wird, Gummiarten zu gewinnen, deren botanische und geographische Provenienz sicher gestellt ist.

Da die gefärbten Varietäten des arabischen, des Senegalgummi und überhaupt der Akaziengummiarten wohl weiße Pulver, aber keine farblosen Lösungen geben, wie solche für viele industrielle Zwecke gewünscht werden, so hat man an Mittel gedacht, das gefärbte Gummi zu entfärben. Es sind hierfür von Piciotto zwei Methoden in Vorschlag gebracht worden, von denen die eine in einer Bleichung der Gummilösung durch eine gesättigte wässerige Lösung von schwefliger Säure, die zweite darin besteht, daß man die Gummilösungen mit kleinen Mengen von Alaunlösungen mengt und nach Ausfällung des Tonerdehydrats durch Kalilauge, welches entfärbend auf das Gummi wirkt, die klare Lösung vom Niederschlage durch Abfiltrieren trennt[4]). Es wird auch eine Naturbleiche in Anwendung gebracht, da die Farbstoffe des Gummi im Lichte zerstört werden. In Omdurman (Chartum gegenüber, unterhalb des

1) Preisliste von Gehe & Comp. in Dresden.

2) Preisliste der Drogen-Großhandlung von G. & R. Fritz in Wien.

3) So war es etwa vor zehn Jahren, während nach dem neuesten Handelsbericht (1912) im Jahre 1911 gar kein Senegalgummi auf dem deutschen Markte erschien (vgl. oben die Note auf p. 105).

4) Stohmann, l. c., p. 1918.

Zusammenflusses vom Blauen und Weißen Nil) befinden sich große Bleichanlagen, welche nur darin bestehen, daß das Gummi, in dünnen Schichten ausgebreitet, dem Sonnenlichte ausgesetzt ist.

Verfälschungen des arabischen Gummi. Als solche werden angegeben: Versetzen der guten Sorten des arabischen Gummi mit geringen (s. oben bei »Vorkommen des Gummi«) und mit Kirschgummi. Der Nachweis von bloß quellbarem neben im Wasser löslichem Gummi spricht noch nicht für die Anwesenheit von Kirschgummi, da manche geringe Akaziengummiarten auch kleine Quantitäten von bloß quellbarem Gummi führen.

Gepulvertes Gummi wird mit Stärke oder Mehl verfälscht[1]). Diese Verfälschungen sind schon durch die Jodreaktion nachweislich, da die Stärke als solche und die Stärkekörnchen des Mehls durch Jodlösung gebläut werden, eine Reaktion, welche den löslichen Gummiarten nicht (wohl aber vielen Sorten von Tragant) zukommt.

Auch grobkörnig geformtes Dextrin wird zur Verfälschung des arabischen Gummi angewendet. Zur Nachweisung dieser Verfälschung hat Hager[2]) folgendes Verfahren angegeben. Kocht man reines Gummi mit einer Lösung von Molybdänsäure, so bleibt die Flüssigkeit farblos, während bei Gegenwart von Dextrin die Lösung mehr oder weniger tiefblau gefärbt wird. — Jodlösung färbt eine Lösung von arabischem Gummi nicht, aber eine Dextrinlösung weinrot. Die Lösungen fast aller Sorten von arabischem Gummi sind linksdrehend, während Dextrinlösungen rechtsdrehend sind. Einige geringere Sorten von arabischem Gummi (von Geddah und Angra Pequena), drehen allerdings auch rechts, ja selbst Sennargummi, welches doch zu den besseren Sorten gerechnet wird.

Die Unterscheidung der Sorten des arabischen Gummi ist bisher eine durchaus noch grob empirische. Wie verschieden der Gebrauchswert der sortierten Produkte dieser Ware ist, möge der Tatsache entnommen werden, daß derzeit das Preisverhältnis der besten zur geringsten Sorte sich wie 5 : 1 stellt[3]). Mit dem Eindringen in die Chemie des arabischen Gummi, welche beispielsweise gelehrt hat, daß die chemische Beschaffenheit des Geddahgummi von der des Kordofangummi verschieden ist und beide sich auch durch das Drehungsvermögen unterscheiden, wird die Unterscheidung der Sorten vielleicht später auf eine rationelle Basis gestellt werden. Einstweilen ist man auf äußere Kennzeichen angewiesen, besonders auf Farbe, Glanz und Klebkraft. Die Kennzeichen der guten und der geringen (neben Arabin noch quellbares Gummi führenden)

1) Stohmann, l. c., p. 1917.

2) Kommentar zur ersten deutschen Pharmakopöe. II, p. 116. Vgl. über diese Probe Stohmann, l. c., p. 1917.

3) Preisliste von G. & R. Fritz, Wien.

Sorten des Akaziengummi ist schon oben gebührend hervorgehoben worden.

Anwendung. Die reinsten und weißesten Sorten des Akaziengummi werden in der Likörfabrikation, zu feinen Appreturen für Seidenwaren und Spitzen, zur Darstellung feinster Aquarellfarben, ferner in der Medizin; mindere Sorten in der Fabrikation von Zündhölzchen, zu ordinären Appreturen, im Zeugdruck, im großen Maßstabe zur Herstellung von Gummiwasser für die Bereitung von sogenannten Dampffarben[1]) und zur Bereitung von Wasserfarben; die geringsten in der Tintebereitung angewendet. — Als Klebmittel spielt das arabische Gummi eine große Rolle und wird, je nach dem speziellen Zwecke in verschiedenen Graden der Güte verwendet[2]). — Für technische Zwecke kommt gefärbtes arabisches Gummi im Handel vor. Zur Färbung dienen Kurkumatinktur, Anilinblau, Fuchsin usw.[3]). In den Heimatländern dient es vielfach als Nahrungsmittel. Nach Watt[4]) ist das arabische Gummi sehr nahrhaft. Nach Voit[5]) werden von arabischem Gummi 46 Proz. verdaut.

Die jährlich produzierte Menge des arabischen Gummi ist eine sehr bedeutende und steigert sich noch beträchtlich[6]).

---

1) Kick und Gintl, Techn. Wörterbuch XI, p. 267 ff.

2) Um nur ein Beispiel für die enormen Quantitäten von als Klebstoff verwendetem arabischen Gummi zu geben, sei angeführt, daß nach Mitteilungen, welche ich der Direktion der Deutschen Reichsdruckerei verdanke, als Klebstoff für Briefmarken, Stempel usw. jährlich dortselbst ungefähr 100 000 kg arabisches Gummi verwendet werden. Auf meine Anfrage, welche Sorten von Gummi die Deutsche Reichsdruckerei verwendet, erhielt ich die Auskunft, daß derzeit nur Kordofangummi in Verwendung steht, und das Gummi der Deutschen Kolonien noch nicht zur Verwendung kommt. — Nach Mitteilungen, welche ich der k. k. Staatsdruckerei in Wien verdanke, ist in Österreich der Bedarf an arabischem Gummi als Klebstoff für Marken usw. ein viel geringerer (jährlich 2000 kg), da dieses Klebmittel hier nur zum Gummieren von Kartenbriefen und Zahlungsavisen des k. k. Postsparkassenamtes verwendet wird, während als Klebstoff für Brief- und Stempelmarken eine bestimmte Leimsorte benutzt wird.

3) Valenta, Klebe- und Verdickungsmittel. Kassel 1884, p. 54.

4) Watt, l. c., I, p. 25.

5) Tschirch, Pharmakognosie. Bd. II (1912), p. 453. Daselbst auch Angaben über die Verbrennungswärme der Arabinsäure.

6) In Gehes Handelsbericht für das Jahr 1909 wird die Gesamtmenge der letzten Gummiernte auf 8,5 Mill. kg beziffert und für das Jahr 1910 auf 13 Mill. kg. Es ist dies seit 35 Jahren die größte produzierte Jahresmenge des arabischen Gummi. Nach dem letzten mir zugänglich gewesenen Jahresbericht von Gehe (Gehe & Co., Aktiengesellschaft, vom Jahre 1912) wird die Ernte für das Jahr 1912 als sehr reichlich angesehen und wird dieselbe auf 16—17 000 tons (à 1000 kg = 16—17 Mill. kg) geschätzt. Trotz der gesteigerten Produktionsmenge ist kein Preisfall eingetreten, im Gegenteil eine Preissteigerung, was einerseits in der Erhöhung des Ausfuhrzolles, andererseits im gesteigerten Bedarf begründet erscheint. Der erhöhte Preis für Kordofangummi steigert das Interesse für Gummisorten anderer Provenienz und zwar für indisches und für deutschafrikanisches Gummi (aus Ost-, Südwestafrika und Kamerun).

Geschichtliches über das arabische Gummi. Die neueren ägyptologischen Forschungen haben außer Zweifel gestellt, daß Gummi im alten Ägypten zur Herstellung von Malerfarben benutzt wurde. Im Totenbuche (165, 12) findet sich der Ausdruck mu-nu-qemi, d. i. Gummiwasser, welches zum Malen verwendet wird[1]). Unter den Produkten des von ägyptischen Schiffen häufig besuchten Landes Punt spielt das Ânte eine große Rolle. Hierunter sind wohl verschiedene Gummiarten, Gummiharze und Harze zu verstehen; aber die Untersuchungen Kralls haben dargetan, daß das Ânte von Punt arabisches Gummi gewesen ist. Über das Land Punt ist viel gestritten worden, aber jede der Deutungen über seine Lage weist auf ein gummireiches Land. Anfangs betrachtete man die Somaliküste als das in ägyptischen Inschriften so häufig genannte Land Punt, später rechnete man hierzu auch die südarabische Küste. Nach den neuesten Forschungen ist Punt die Küste von Suakin gegen Massauah zu gewesen[2]), also ein Küstenstrich mit gummireichem Hinterland. Die Nachrichten über Gummi aus Punt gehen zurück bis etwa ins 16. Jahrhundert v. Chr. (Papyrus Ebers, Inschriften der Königin Katsopsut).

Den alten Griechen war das arabische Gummi bekannt. Hippokrates wendete es zuerst medizinisch an, und kurz vorher (460 v. Chr.) nennt es Herodot (II, 86) u. a. als ein Ingrediens der Tinte. Bei Herodot erscheint zuerst das Wort κομμι für Gummi, von welchem Worte das moderne Wort Gummi (gomme, gum, goma usw.) abgeleitet wird, während das griechische Wort jetzt allgemein auf das im alten Ägypten gebräuchliche komi [k(o)mi] oder q(o)mi, zuletzt qmy (kmy) zurückgeführt wird[3]).

Gleich den alten Griechen war das arabische Gummi auch den alten Römern bekannt. Von arabischen Ärzten verwendet, lernte die Schule von Salerno das Gummi als Arzneistoff kennen. Es fand aber medizinisch nur wenig Verwendung und auch technisch wurde es im Mittelalter nur in geringem Maße benutzt. Seit Ende des 18. Jahrhunderts wird es industriell in einer sich fortwährend steigernden Menge gebraucht. Das Senegalgummi ist wahrscheinlich im 14. Jahrhundert in Europa bekannt geworden, kam aber erst im 17. Jahrhundert in Frank-

1) Nach gefälliger Mitteilung des Herrn Prof. Reinisch. Daß von ägyptischen Malern das Gummi zur Herstellung von Farben Benutzung fand, berichtet Ebers, Ägypten und die fünf Bücher Mosis, p. 291.

2) J. Krall, Studien zur Geschichte des alten Ägypten. IV. Das Land Punt. Wien 1890 (Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissenschaften).

3) Wie mir Herr Prof. Reinisch mitteilt, ist das griechische κομμι auf das koptische ⲕⲟⲙⲓ und dieses auf das ägyptische qema zurückzuführen. Das letztere ist aber auch in Ägypten ein Fremdwort gewesen und stammt aus der Sprache jenes Landes, aus welchem die Ägypter das Gummi bezogen.

reich zu größerer Anwendung. Bedeutung für den Welthandel erlangte es erst seit den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts (s. oben p. 113) und scheint, worauf schon oben mehrfach hingedeutet wurde, nunmehr zeitweise das arabische Gummi zu überflügeln. Der steigende Bedarf an löslichem Gummi hat andere Gummiarten in Aufschwung gebracht, so für England die australischen und die ostindischen Gummiarten, und seit der deutsch-afrikanischen Kolonisation ist man bestrebt, den Gummiarten von Deutsch-Ostafrika und Deutsch-Südwestafrika in den deutschen Handel Eingang zu verschaffen.

2. Feroniagummi.

Echtes ostindisches Gummi stammt von der zu den Aurantiaceen gehörigen, in Vorder- und Hinterindien (Birma), auf Ceylon und Java vorkommenden *Feronia elephantum*[1]). Diese ausgezeichnete Gummisorte wird nicht nur in Indien stark angewendet, sondern erscheint auch als ostindisches Gummi auf dem Londoner Markte.

Das Feroniagummi unterscheidet sich nicht nur durch die Größe der natürlichen Stücke, sondern auch durch den außerordentlich lebhaften Glanz von den Sorten des Akaziengummi. Es bildet große, unregelmäßige Klumpen mit höckeriger Oberfläche. Die Bruchstücke haben häufig noch eine Länge von 3—7 cm. Die meisten Stücke sind durchsichtig und topasfarbig. Manche Stücke sind trübe und dann honiggelb bis braun und fettglänzend bis matt. Dieses Gummi ist ähnlich den besten Sorten des arabischen Gummi reichlich von tiefen Klüften durchsetzt. Irisierende Stücke finden sich häufig vor. Von den besten Sorten des Akaziengummi unterscheidet es sich dadurch, daß seine Lösungen die Polarisationsebene nach rechts drehen[2]). Die Dichte ist zur Charakterisierung nicht zu benutzen, da die Menge der in dieser Gummiart eingeschlossenen Luft sehr variabel ist. Das Feroniagummi löst sich leicht und vollständig in zwei Gewichtsteilen Wasser auf, und gibt stark klebende Lösungen. Gleich dem arabischen Gummi löst sich auch das Feroniagummi in wässeriger Chloralhydratlösung nach einigen Tagen auf. Nach Lameland enthält Feroniagummi keine Oxydasen, was mit Rücksicht auf viele Verwendungsarten, im Vergleich zum arabischen Gummi, als Vorteil anzusehen ist[3]).

---

1) Näheres über die Verbreitung von *Feronia Elephantum* s. Watt, Products of India. I. Kalkutta 1889, p. 324.

2) Flückiger, Gummi und Bdellium vom Senegal. Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869, Nr. 6, 7 und 8.

3) Lameland, Contrib. à l'étude de quelques gommes (Gezirek, Cordofan, Feronia etc.). Thèse, Paris 1905.

Nach Flückiger ist die Viskosität des Feroniagummi größer als die des arabischen Gummi[1]).

Der Wassergehalt des lufttrockenen Gummi beträgt 12,63 Proz. Es gibt 5,12 Proz. Asche.

Das Feroniagummi findet die gleiche Anwendung wie gute und mittlere Sorten von arabischem Gummi. Zur Herstellung von Wasserfarben soll nach dem Urteile des bekannten englischen Miniaturmalers Mr. Smart dieses Gummi allen übrigen Gummiarten vorzuziehen sein[2]). Es kommt seit längerer Zeit schon im englischen Handel vor[3]) und ist billiger als arabisches Gummi.

3. Anakardiumgummi.

Diese Gummiart (Cashawagummi, *gomme d'acajou*, Acajougummi) wird auf Martinique, Guadeloupe und in Brasilien gesammelt, und rührt von dem in Westindien und Südamerika häufig vorkommenden Baume *Anacardium occidentale* her[4]). Sowohl im physikalischen als chemischen Verhalten steht diese Gummiart dem Akaziengummi am nächsten. Es bildet entweder unregelmäßige, knollige, auch rundliche Massen, oder von Querrissen durchsetzte stalaktitische Massen (Fig. 20). Auch Tränen finden sich in der Ware vor. Die Oberfläche erscheint dem freien Auge glatt. Die Farbe dieses Gummi ist topasgelb bis braunrötlich. Das Pulver ist weiß bis blaßgelbrötlich. Es bricht glasig und glänzt auf frischer Bruchfläche lebhaft. Es ist gewöhnlich weniger durchsichtig als arabisches Gummi. Die Lösung des Anakardiumgummi dreht die Polarisationsebene nach links. Im Polarisationsmikroskop verhält es sich gleich dem Akaziengummi.

Fig. 20. Natürliche Größe. Stalaktitische Form des Gummi von *Anacardium occidentale*. *a*, *a* Bruchfläche, senkrecht zur Richtung der stengelförmigen Stücke.

Der gummöse Bestandteil dieser Gummiart löst sich fast völlig in Wasser zu einer gelblichen, stark klebenden Flüssigkeit. In 60proz. Chloralhydratlösung löst es sich nach einigen Tagen bis auf eine am Grunde verbleibende wol-

---

1) Pharmacographia, London 1875. S. auch Watt, l. c.

2) Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel. T. II, p. 22.

3) Morgans British Tread Journ. Febr. 1868.

4) Wird auch auf Java gesammelt und als Klebmittel verwendet. Der Baum heißt dort Djambu monjet: Junghuhn, Java. I, p. 172. Auch in Indien wird *Anacardium occidentale* kultiviert und liefert dort ein Gummi, welches gesammelt und verwendet wird (Watt, l. c., I, p. 232).

kige Schicht vollkommen auf. In der Auflösung des natürlichen Gummi schwimmen kleine braunrote Schuppen, nämlich Reste des Rindengewebes, ferner kleine Flöckchen, wahrscheinlich Bassorin. Das in Wasser lösliche Gummi besteht aus Arabin und Dextrin und führt nach Ludwig[1]) 1,5 Proz. Zucker. Das Gummi enthält 17,29 Proz. Wasser und liefert 1,22 Proz. Asche.

Das Anakardiumgummi ist mit mittleren und geringeren Sorten von arabischem und Senegalgummi gleichwertig.

4. Mesquitegummi.

Zahlreiche *Prosopis*-Arten (s. p. 93), welche in den südlichen Teilen der Vereinigten Staaten, in Mexiko und in Südamerika vorkommen, liefern ein Gummi, welches in seinen Eigenschaften dem arabischen Gummi sich anreiht. Der sehr verschiedenen Abstammung entsprechend sind seine Qualitäten durchaus nicht gleich. Es erscheint im Handel unter dem Namen Mesquite- (oder Mezquite-, Misquit-, Miquit-) Gummi; aber auch noch unter mehreren anderen Namen. So ist das Sonoragummi (aus Sonora in Mexiko kommend), das »Goma de cujé yaque« (in Venezuela, Provinz Barcelona gesammelt)[2]) *Prosopis*-Gummi.

Diese beachtenswerte Gummiart ist zuerst von Morfit[3]) untersucht und beschrieben worden.

Nach Flückiger[4]) wird dieses Gummi hauptsächlich in dem weiten Gebiete von Texas bis zum kalifornischen Golfe gesammelt und steht in den Vereinigten Staaten wie die geringen oder mittleren Sorten des arabischen Gummi in Verwendung.

Es wird angegeben, daß das Mesquitegummi 85 Proz. Arabin enthalte und sich im Wasser vollkommen löse[5]). Die von mir untersuchten Arten von *Prosopis*-Gummi hinterließen zumeist quellbares, in Wasser nicht lösliches Gummi (3—14 Proz.). Eine von mir untersuchte Sorte, angeblich von *Prosopis juliflora* abstammend, war bis auf Spuren vollkommen im Wasser löslich und zeigte sonst noch eine Eigenschaft, welche nur bei den guten Sorten des arabischen Gummi zu finden ist: sie löste sich vollständig (bis auf fremde Beimengungen) in (60proz.) Chloralhydrat auf.

Eine Sorte von Mesquitegummi aus Mexiko, welche sicher von *Prosopis juliflora* herrührte (ich erhielt dieselbe vom Berliner Botan. Museum), besteht aus gelblichen und bräunlichen, auch graulich gefärbten

1) Arch. d. Pharm. LXXXII, p. 44.
2) A. Ernst, Expos. nacional. Caracas. 1886, p. 258.
3) Stohmann, l. c. (1891), p. 1912.
4) Pharmakognosie. 3. Aufl. (1892), p. 15.
5) Valenta, Die Kleb- und Verdickungsmittel. Kassel 1884, p. 51.

Körnern, ist glasartig im Aussehen, bricht muschelig und hat überhaupt das Aussehen einer geringen oder mittleren Sorte von arabischem Gummi. Dieselbe enthält 11,4 Proz. bloß quellbares, im übrigen lösliches Gummi. Merkwürdigerweise war auch dieses Gummi in wässerigem (60proz.) Chloralhydrat bis auf fremde Beimengungen (Rindenteilchen u. dgl.) löslich, während sonst Gummiarten, welche z. T. quellbares (in Wasser unlösliches) Gummi enthalten, selbst nach mehrtägiger Einwirkung von Chloralhydrat der genannten Konzentration einen stark gequollenen Rest zurücklassen.

Die chemische Beschaffenheit des Mesquitegummi ist noch sehr ungenügend erforscht[1]).

Im europäischen Handel ist dieses Gummi noch fast unbekannt. Sowohl Valenta als Stohmann sprechen die Ansicht aus, daß dieses Gummi wahrscheinlich bald einen bedeutenden und gesuchten Handelsartikel bilden werde.

5. Prunoideengummi.

(Amygdaleengummi, Kirschgummi, gummi nostras, gomme du pays, cherry gum.)

Diese Ware, obgleich aus den gummiartigen Ausscheidungen der verschiedenen Steinobstarten (Kirsch-, Pflaumen-, Aprikosen- und Mandelbäumen) bestehend, wird gewöhnlich Kirschgummi genannt. Dieser früher oft benutzte Pflanzenstoff war eine Zeit hindurch aus dem deutschen Handel verschwunden, während er sich im französischen Handel fortwährend erhielt. Es wird aber jetzt wieder in der deutschen und österreichischen Industrie verschieden, beispielsweise im Kattundruck[2]), verwendet.

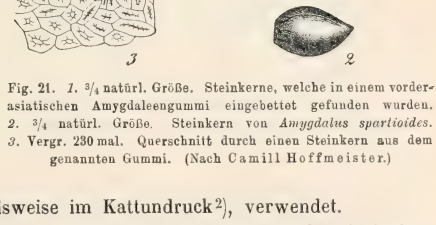


Fig. 21. *1.* 3/4 natürl. Größe. Steinkerne, welche in einem vorderasiatischen Amygdaleengummi eingebettet gefunden wurden. *2.* 3/4 natürl. Größe. Steinkern von *Amygdalus spartioides*. *3.* Vergr. 230 mal. Querschnitt durch einen Steinkern aus dem genannten Gummi. (Nach Camill Hoffmeister.)

Es liefern nicht nur die in Mitteleuropa vorkommenden Steinobstarten, sondern auch außereuropäische Prunoideen (Amygdaleen) sog.

---

1) A. W. Miller, Mezquitegum. Pharm. Journ. and Transact. 1876, p. 943. Flückiger, Botan. Jahresbericht. 1878, II, p. 1133.

2) Camill Hoffmeister, Über ein Amygdalusgummi. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. XVI (1898), p. 239.

»Kirschgummi«. So wird nach Schindler[1]) in den Wüstengebieten Persiens und Palästinas Gummi von dort wildwachsenden Mandelarten (*Amygdalus leiocladus* und anderen Spezies) gesammelt. Dieses Gummi heißt dort Djedk-i-Ardjin und wird in Kerman verkauft. Was im europäischen Handel unter dem Namen Persian Gum vorkommt, besteht der Hauptmasse nach aus dem Gummi von *Amygdalus leiocladus*[2]). Im Hariatdistrikte (Afghanistan) fließt Gummi reichlich aus Pflaumen- und Aprikosenbäumen aus, wird von den Eingeborenen, wie so viele andere Gummiarten, gegessen[3]) und kommt auch in den Handel[4]).

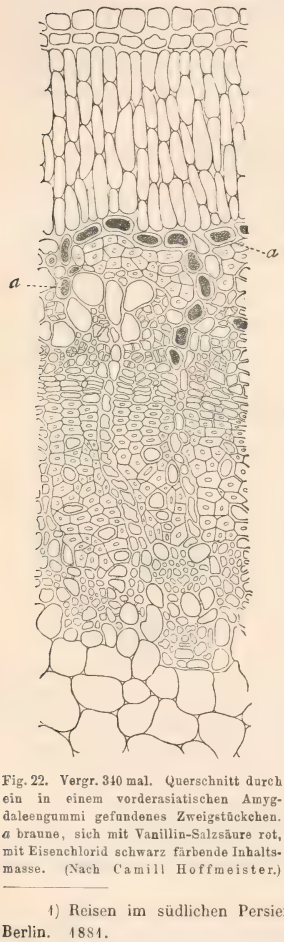


Fig. 22. Vergr. 340 mal. Querschnitt durch ein in einem vorderasiatischen Amygdaleengummi gefundenes Zweigstückchen. *a* braune, sich mit Vanillin-Salzsäure rot, mit Eisenchlorid schwarz färbende Inhaltsmasse. (Nach Camill Hoffmeister.)

Ein derartiges, in den böhmischen Industriebezirken praktisch verwendetes Gummi unbekannter Provenienz wurde von Cam. Hoffmeister (l. c.) genau untersucht. Es unterschied sich nicht vom gewöhnlichen Kirschgummi. Es bildete unregelmäßig geformte, verschieden große Stücke, welche teils farblos waren, teils gefärbt in verschiedenen Abstufungen bis tief dunkelbraun. Es enthielt neben anhaftenden Jutefasern (vom Verpackungsmateriale herrührend) verschiedene vegetabilische Verunreinigungen (Zweigfragmente und Steinkerne), welche dazu dienten, die Stammpflanze dieser Gummiart zu eruieren. Die morphologischen und anatomischen Verhältnisse der genannten vegetabilischen Einschlüsse (s. Fig. 21 und 22) ließen darauf schließen, daß dieselben von einer armlaubigen, spartioiden Mandelart, und zwar von *Amygdalus spartioides* her-

1) Reisen im südlichen Persien. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. 1881.

2) Kew Bullet. 1906, p. 109 und 110.

3) Aitchison, Zeitschrift des österr. Apothekervereins. 1881, p. 29.

4) The Chimist and Drugist. 1880.

rühren, von welcher Pflanze, wie kaum zu bezweifeln ist, die genannte Gummiart abstammt. Diese und nahe verwandte Prunoideengummiarten dienen auch zur Verfälschung des Tragants (s. unten bei Tragant). — In Indien liefert *Prunus puddum* ein ordinäres »cherry gum« (Cooke, l. c., p. 23).

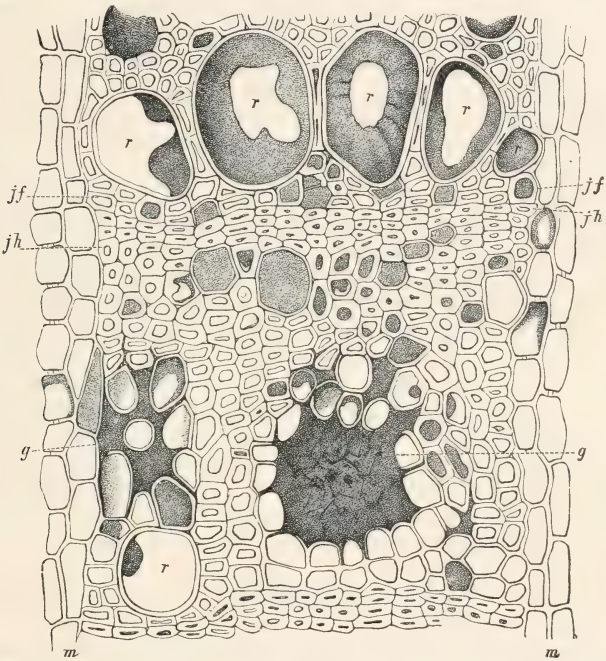


Fig. 23. Vergr. 300 mal. Gummibildung im Kirschholz. *g* lysigene Gummidrusen. *r* mehr oder weniger mit Gummi erfüllte Gefäße. *m* Markstrahlen. *jf* Jahresring, Frühjahrholz. *jh* Jahresring, Herbstholz. (Nach Tschirch.)

Nach Wigand[1]) entsteht dieses Gummi sowohl im Holzkörper als in der Rinde der genannten Bäume.

Die Körner dieses Gummi haben halbkugelige oder nierenförmige Gestalt und messen oft mehrere Zentimeter im Durchmesser. Die Oberfläche der Stücke ist glatt, oder von klaffenden Rissen durchsetzt.

1) Desorganisation der Pflanzenzelle. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. III (1863), p. 118 ff. Eingehende Untersuchungen über die Entstehung des Prunoideengummi hat C. Mikosch angestellt, deren Hauptresultate oben (p. 83) bereits mitgeteilt wurden.

Sprünge treten nicht oder nur spärlich auf. Die äußeren Partien der Körner erscheinen trübe, die inneren klar. Die Bruchflächen sind muschelig und stark glänzend. Die Farbe liegt zwischen blaßgelblich und braun, oft mit einem Stich ins Tiefrote. Durch Alkalien nimmt der Farbstoff eine braune, mit Salzsäure eine rotviolette Farbe an. Pflaumengummi ist gewöhnlich licht, Kirschgummi dunkel gefärbt. Das von Hoffmeister beschriebene Gummi zeigte alle Abstufungen von Farblosigkeit bis zu dunkelbraun. Das Kirschgummi ist mehr zähe als spröde und läßt sich deshalb nicht so leicht pulvern wie gutes Akaziengummi; es schmeckt manchmal süßlich, wenn darin Zucker, oder zusammenziehend, wenn Gerbstoff vorkommt; stets ist jedoch der Geschmack vorwiegend fade, gummiartig. Im Wasser löst sich dieses Gummi nie vollständig auf, sondern läßt stets eine relativ stark gefärbte Gallerte zurück. Nach mehrtägiger Einwirkung von 60proz., wässeriger Chloralhydratlösung gibt es eine klare Lösung, hinterläßt aber eine klare, relativ stark gefärbte Gallerte. Im Polarisationsmikroskop erscheint dieses Gummi doppeltbrechend (s. oben p. 60).

Das Kirschgummi im weiteren Sinne führt im lufttrocknen Zustande 13—14 Proz. Wasser und gibt 2—3,5 Proz. Asche. Es besteht aus Zerasin und Arabin[1]). Meist führt es, nach den Untersuchungen von Ludwig[2]), auch Krümmelzucker und Gerbsäure. Die Menge des Arabin scheint im Gummi der Pfirsich- und Mandelbäume sehr beträchtlich zu sein, da sich diese beiden letztgenannten Gummiarten fast ganz in Wasser auflösen. Das Gummi der Kirschbäume führt nach Schmidt[3]) 52,1 Proz. Arabin und 34,9 Proz. Zerasin. Es enthält Gummiferment und, wie die Bläuung durch Guajaktinktur lehrt, ein oxydierendes Enzym.

6. Tragant[4]).

(Gummi Tragacantha, Tragacantha, Gomme Adragante, Tragacanth.)

Diese Gummiart stammt von strauchigen *Astragalus*-Arten, welche in Griechenland und in Vorderasien wildwachsend vorkommen. Der griechische Tragant stammt von *Astragalus cylleneus*, welcher nach Heldreich[5]) bei Vostizza und Patras, ferner im nördlichen Peloponnes,

1) In dem oben (p. 62) angegebenen Sinne.

2) Archiv der Pharm. Bd. LXXXII, p. 153.

3) Ann. Pharm. LI, p. 29.

4) Das fast im allgemeinen Gebrauch stehende Wort Tragant und die davon abgeleiteten Namen für diese Gummiart stammen von dem Worte ἡ τραγάκανθα (bei Theophrast) und sollte man eigentlich nach dieser Ableitung die Tragant sagen; es ist aber allgemein die männliche Form, der Tragant, im Gebrauch. Tschirch, l. c., II, p. 387 sagt aber konstant das Tragant, wohl als Abkürzung des Wortes Tragantgummi.

5) Theodor von Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen 1862, p. 71.

besonders auf dem Boïdias (dem Panachaïkon der Alten), auf dem Taygetos und Phteri vorkommt. Seit langem ist die im nordwestlichen Persien und Kleinasien auftretende Art *Astragalus verus* als Tragantpflanze bekannt. Es liefern aber zweifellos noch zahlreiche andere Spezies dieser Gattung in Vorderasien diese besonders in neuerer Zeit industriell stark begehrte Ware. So nach Aitchison[1]) *Astragalus heratensis* und eine dem *Astragalus strobiliferus* nahestehende Art im Hariundtale und in den Gebirgen Khorasans. Nach Haußknecht[2]) wird in Vorderasien von folgenden *Astragalus*-Arten diese Gummiart abgenommen: *A. adscendens*, in den südwestlichen Gebirgsgegenden Persiens, in Höhen bis 3000 m; *A. brachycalyx*, im persischen Teile Kurdistans, im Lasistan 1300—2600 m; *A. gummifer*, vom Libanon an durch die zentralen Gebirge Kleinasiens um Kaisarieh bis nach Armenien und im nördlichen Gebiete des Euphrat und Tigris; *A. kurdicus*, in der Gegend von Aintab, zwischen Marosch und Aleppo; *A. leioclados*, im mittleren und westlichen Persien, bei Isfahan und Hamadan; *A. microcephalus*, zugleich mit *A. gummifer*, überdies im südwestlichen Teile Kleinasiens; *A. pycnocladus*, welche von Haußknecht entdeckte Spezies sehr reichlich Tragant in den Gebirgen des westlichen Persiens liefert; endlich *A. stromatodes* in Nordsyrien, welche zwischen Marosch und Aleppo als Tragantpflanze dient.

Sehr viel Tragant kommt aus den Bergen des persischen Kurdistan, Khärähan und Taläkan, aus den Gebirgen zwischen Kaschan und Isfahan. Das Sammelprodukt wird nach den Häfen des persischen Golfs gebracht[3]). Beträchtliche Mengen von Tragant werden um Feridun, zwischen Chan-i-Sur und Deh-i-Dawaï gewonnen und nach dem Stapelplatze Pariz gebracht[4]). Aber noch an vielen anderen Orten wird diese Ware gesammelt. Im allgemeinen gesagt, wird in den Gebirgen von Kleinasien, Syrien, Kurdistan, Armenien und Persien[5]) Tragant gesammelt. Früher lieferte auch Griechenland, insbesondere das nördliche Morea, Tragant, welcher von *Astragalus cylleneus* stammte und nicht, wie lange angegeben wurde, von *Astragalus creticus*. Seit 1910 wurde aber weder aus Griechenland noch aus Kreta Tragant ausgeführt, so daß dieser Tra-

1) Pharm. Journ. and Transact. XVII (1886), p. 467.

2) Briefliche Mitteilungen Haußknechts an Flückiger. Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 17. Siehe auch Kiepert, Haußknechts Routen im Orient. Berlin 1882.

3) Handelsverhältnisse Persiens, im 77. Ergänzungshefte zu Petermanns Mitteilungen (1885).

4) Schindler, Reise im nördlichen Persien. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin 1881.

5) Persischer Tragant wird von indischen Schiffen verfrachtet und führt dann auch den Namen »indischer Tragant«.

gant aus dem europäischen Handel verschwunden zu sein scheint[1]). Die besten Tragantsorten (Blättertragante) werden bei Kaisarieh, Nigde, Ewerak, Jabolotsch und Buldur (im Elajet Konia, Kleinasien) gesammelt.

Der Tragant fließt freiwillig aus den Stämmen aus, reichlich nach Verletzungen, welche vielfach durch Weidevieh hervorgerufen werden. In manchen Gegenden bereitet man eine reichlichere Ernte des Tragants vor, indem man Einschnitte in die Stämmchen macht. Es geschieht dies nach Maltass besonders in Kleinasien[2]). Die Form der Wunde ist maßgebend für die Gestalt der Tragantstücke, welche von den Stämmen durch Abbrechen gewonnen werden. Aus engen, langgestreckten Wunden (Schnittwunden) tritt der Blättertragant, aus punktförmigen Verletzungen (Stichwunden) der Fadentragant hervor. Aus unregelmäßigen weiten Rindenverletzungen quillt der runde oder knollenförmige Massen bildende, gewöhnlich gefärbte und deshalb weniger geschätzte gemeine Tragant hervor. Auf die Steigerung des Tragantertrags durch Einschnitte in den Stamm der Sträucher hat schon Hamilton[3]) aufmerksam gemacht. Er berichtet, daß man im Juli in den unteren Stammteilen, nachdem man

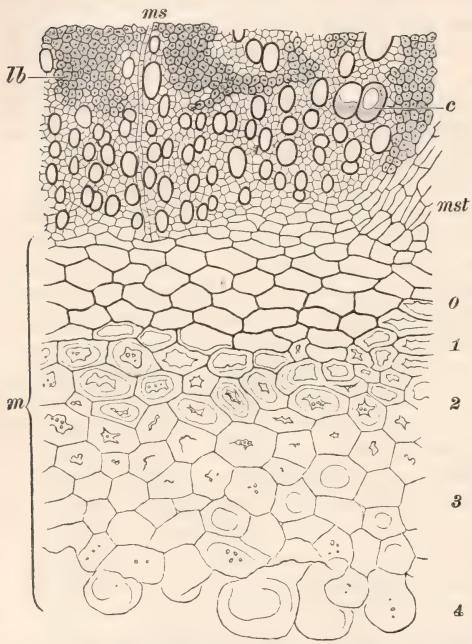


Fig. 24. Querschnitt durch das Mark und den inneren Teil des Holzkörpers von *Astragalus gummifer*, im Mark (*m*): *0*, *1*, *2*, *3*, *4* die sukzessiven Stadien der Verschleimung zeigend. *mst* Hauptmarkstrahl. *ms* Markstrahl. *lb* Libriform. *c* Gefäße mit Gummitropfen. (Nach Tschirch.)

1) Tschirch, Pharmakognosie II (1914), p. 393.

2) Cannstatts Jahresberichte. 1855. Spätere Angaben s. Hanbury und Flückiger, Pharmacographia. London 1874.

3) Hamilton, Researches in Asia min. Pharmac. Journ. 1842.

dieselben von Erde befreit hat, Längsschnitte macht, worauf dann der Tragant reichlich austritt. Tschirch[1]) berichtet, daß eine Sorte von persischem Tragant in der Art gewonnen wird, daß man die Gipfel der Sträucher anbrennt und hierauf Einschnitte am Stamm anbringt, aus welchen nach einiger Zeit der Tragant reichlich ausfließt.

Der Tragant tritt als eine schleimige Masse aus den Stämmen und Ästen hervor, welche Masse in ein paar Tagen vollständig erhärtet und dann eingesammelt wird. Die Qualität der Ware ist nicht nur von der Stammpflanze, sondern auch von der Witterung abhängig, welche während der Zeit der Eintrocknung herrscht. Bei trockenem, windstillem Wetter fällt die Ware am schönsten aus und ist in 3—4 Tagen reif zur Ernte geworden. Es wird angegeben, daß die Farbe des Tragants von der Witterung, bei welcher die Ausscheidung und Reife der Ware erfolgt, abhängig sei, und zwar soll bei trockenem und sonnigem Wetter ein weißes, bei feuchtem, nebeligem Wetter ein gelbes bis braunes Produkt resultieren.

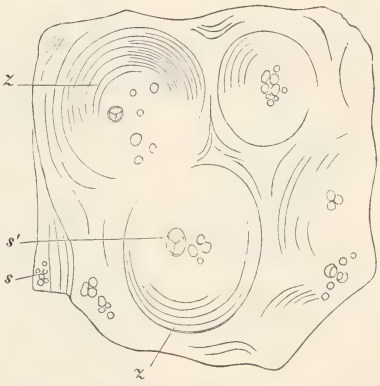


Fig. 25. Vergr. 350mal. Längsschnitt durch einen Blättertraganten von Smyrna. *s* einfache, *s'* zusammengesetzte Stärkekörnchen. *z z* Zellwandreste.

Das Sammelprodukt muß einer Sortierung unterworfen werden. Am rationellsten und im großartigsten Maßstabe erfolgt dieselbe in Smyrna, wo der größte Teil der guten kleinasiatischen Ware sortiert wird[2]). Diese Ware unterliegt selbst bei gleicher Qualität großen Preisschwankungen[3]).

---

1) Tschirch, l. c., II, p. 391.

2) v. Scherzer, Archiv der Pharmazie. Bd. CCV (1874).

3) Nach Gehes Handelsbericht vom Jahre 1911 sank der Preis in den türkischen Gebieten so stark, daß in den wichtigsten Produktionssorten (Nigde, Kaisarieh, Ewerak) das Einsammeln der Ware sehr zurückblieb, viel Tragantsträucher unberührt blieben, da die Tragantsammler lohnenderen Gewinn im Getreidebau, in der Opiumbereitung usw. fanden. Der Rückgang der Traganternte muß aber wieder zu einer Preissteigung dieser gesuchten Ware führen. Nach Gehes Handelsbericht vom Jahre 1912 ist die vermutete Preissteigung des Tragants faktisch eingetreten, fiel aber nach Nachrichten über günstige Erntenachrichten über das Jahr 1911 wieder sukzessiv ab.

In welchen Organen und welchen Teilen der letzteren der Tragant entsteht, ist seit langem bekannt[1]).

Lange hielt man den Tragant, wie alle Gummiarten, für eine strukturlose Masse. Kützing[2]) war der erste, welcher Strukturverhältnisse am Tragant auffand, die dieser Beobachter aber irrig, nämlich als Zellen eines Pilzes, deutete. H. v. Mohl[3]) hat Kützings Beobachtung, daß der Tragant einen gewebeartigen Bau nachweisen lasse, bestätigt, aber zudem den wichtigen Nachweis geliefert, daß diese Gummiart durch chemische Metamorphose aus den Zellwänden des Markes und der Markstrahlen der Stammpflanzen entsteht[4]). Da die morphologischen Verhältnisse des Mark- und Markstrahlengewebes verschiedener *Astragalus*-Arten voneinander differierten, und in den Tragantsorten die Strukturverhältnisse der Stammpflanzen mehr oder weniger deutlich wiederzufinden sind, so ist begreiflich, daß man jene Tragantsorten auf mikroskopischem Wege auseinander zu halten versucht, welche von verschiedenen *Astragalus*-Arten abstammen, was Wigand (l. c.) zuerst unternommen hat. Allein bei der großen Anzahl von *Astragalus*-Arten, welche nach neueren Untersuchungen Tragant für den Handel liefern, ist leicht einzusehen, daß Wigands Plan praktisch nicht auszuführen ist. Allerdings läßt sich syrischer Tragant von Kuteragummi mikroskopisch unterscheiden (s. Fig. 26); aber dazu reichen auch schon die makroskopischen Kennzeichen aus. Nur wenn die Bruchstücke sehr klein sind, so daß die zuletzt genannten Kennzeichen nicht mehr anwendbar sind, kann die mikroskopische Untersuchung herangezogen werden, welche aber kaum weiter als zu einer Unterscheidung der feinen

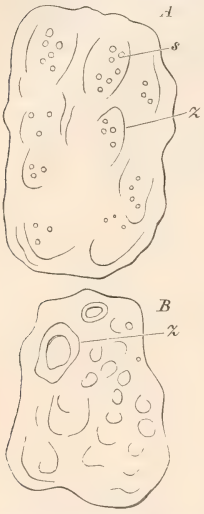


Fig. 26. Vergr. 200 mal. *A* syrischer Tragant. *B* Kuteragummi. *s* Stärkekörnchen. *z z* Zellmembranreste. (Nach Wigand.)

---

1) Flückiger (Pharmakognosie, 3. Aufl., p. 19) hat eine Stelle in Tournefort (Relation d'un voyage du Levant. I, 1718, 21) aufgefunden, aus welcher hervorgeht, daß dieser große Botaniker bei seinen Studien über das Auftreten des Tragants am Ida auf Kreta den Sitz der Bildung dieses Stoffes in *Astragalus creticus* bereits richtig erkannt und bildlich dargestellt hat.

2) Philosophische Botanik. I, p. 203.

3) Botanische Zeitung. 1857, p. 32 ff.

4) S. auch Lutz, Sur le mode de formation de la gomme adragante. Compt. rend. 1910, p. 1184.

Tragantsorten vom Kuteragummi oder zur Auffindung fremder Beimischungen reicht.

Die Gestalt der natürlichen Tragantstücke wurde schon erörtert: je nach der Form der Rindenöffnungen ist dieselbe blätter-, fadenförmig oder klumpig. Es ist hier nur noch zu bemerken, daß die faden- oder auch wurmförmigen Stücke (»Tragacantha vermicularis«) häufig schraubenförmig gewunden und, wenn sehr dünn, sogar gekräuselt sind. Bei geringeren Sorten Tragant (syrischer) kommt es nicht selten vor, daß die zumeist gelblichen bis bräunlichen natürlichen Stücke traubenförmige oder sogar (wie bei Acajougummi) stalaktitische Massen bilden.

Die Größe der natürlichen Stücke ist sehr variabel und nur durch Sortierung wird die Ware gleichartiger. Die Stücke des Blätter- und Fadentragants haben eine meist nur bis 3 cm reichende Länge. Doch werden in der Ware manchmal Stücke gefunden, welche einen Längendurchmesser von 5—6 cm erreichen.

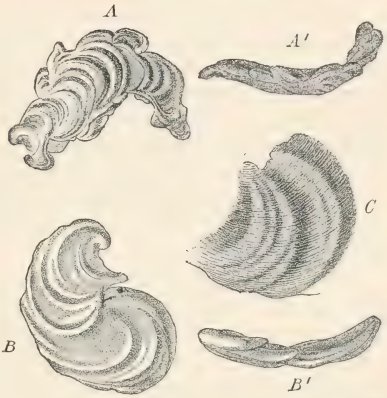


Fig. 27. Blättertragant. *A*, *B* Flächenansichten. *A'*, *B'* Seitenansichten. Natürliche Größe. *C* Flächenansicht bei zweimaliger Vergrößerung, um die auf die Zonenrichtung beiläufig senkrecht verlaufende Streifung zu veranschaulichen.

Die Oberfläche der blätterigen Tragante ist parallelstreifig, seltener die der fadenförmigen Stücke. Die klumpenförmigen Körner haben für das freie Auge eine glatte Begrenzungsfläche. Mit der Lupe betrachtet erscheint ihre Oberfläche entweder rissig, punktiert oder streifig.

Lufttrockener Tragant stimmt nach den neuesten Prüfungen in der Härte mit den arabinreichen Gummiarten, desgleichen mit dem Kirschgummi überein. Von beiden unterscheidet er sich durch seine zähe, hornartige Beschaffenheit. Während die arabinreichen und zerasinreichen Gummiarten (arabisches Gummi, Kirschgummi usw.) sich nur schwer schneiden, hingegen leicht pulvern lassen, ist der Tragant leicht schneidbar, aber seiner Zähigkeit halber fast gar nicht pulverisierbar.

Die Farbe des Tragants liegt zwischen weiß und braunrötlich bis braunschwarz. Die lichten Sorten sind stets etwas gelblich, die dunklen bräunlich, häufig auch etwas rötlich gefärbt. Manche *Astragalus*-Arten

liefern vorwiegend lichte, andere vorwiegend dunkle Sorten. Aber so wie die Tragantkörner einer und derselben Pflanze in der Form verschieden sind, so sind sie es auch in betreff der Farbe. Die käuflichen Farben- und Formvarietäten des Tragants sind nur durch Sortierung entstanden. — Die rein weißen Tragantsorten sind durchaus nicht die besten. Sie sind weniger dicht als die blaßgelblichen, viel leichter schneidbar als diese. Die mikroskopische Beobachtung lehrt, daß ihre Substanz durchaus nicht weniger als die der blaßgelblichen gefärbt ist, und daß ihre weiße Massenfarbe nur durch reichliches Vorhandensein von lufterfüllten Räumen hervorgerufen wird. — Der Tragant ist nur wenig durchscheinend und matt im Aussehen, fast glanzlos; nur manche geringe Sorten (syrischer Tragant) haben häufig deutlichen Glanz. — Alle Sorten von Tragant sind geruchlos. — Die besseren, licht gefärbten Sorten dieser Gummiart haben einen faden, schleimigen Geschmack. Die dunkel gefärbten Sorten lassen einen unangenehmen bitteren, hin und wieder auch säuerlichen Beigeschmack erkennen. Der Bitterstoff läßt sich, gleich dem manchmal in kleiner Menge vorhandenen Zucker[1]), durch heißen Alkohol ausziehen. In Wasser löst sich nur ein Teil des Gummi auf. Der Rückstand, aus Bassorin bestehend, quillt darin alsbald zu einer Gallerte auf.

Die Strukturverhältnisse des Tragants treten am besten hervor, wenn man die für die mikroskopische Beobachtung angefertigten Schnitte nur wenig anquellen läßt und dann die weitere Quellung unterbricht, z. B. durch Einlegen in hochprozentige Zuckerlösung. Alle bis jetzt untersuchten Tragante zeigten einen zelligen Bau. Die Wand jeder Zelle läßt mehr oder weniger deutlich Schichtung erkennen. Im Innern der Zellen treten fast immer Stärkekörnchen auf, vereinzelt oder gruppenweise, oft innerhalb der Zellwände ganze Klumpen bildend. Die Stärkekörnchen der Tragantsorten sind teils einfach, teils zusammengesetzt. Der Durchmesser der einfachen schwankt zwischen 0,004—0,015, reicht jedoch meist nur bis 0,012 mm. Die zusammengesetzten Körnchen bestehen aus 2, seltener aus 3—4 und noch mehr Teilkörnchen, welche in den Dimensionen mit den einfachen Körnern übereinstimmen. Die sehr häufig vorkommenden Zwillingskörner sind nach dem bekannten Typus der Tapioca-Stärkekörnchen gebaut. In den besten Tragantsorten verschwimmt die organische Struktur, die Zellhäute sind schon ohne Zusatz von Wasser fast bis zur Unkenntlichkeit gequollen. Länger erhält sich die Struktur der Stärkekörner.

1) Die Exsudate mancher *Astragalus*-Arten sind sehr reich an Zucker. So hat Haußknecht auf eine *Astragalus*-Art *(A. chartostegius Boiss. et Haußk.)* aufmerksam gemacht, deren süße Ausschwitzungen (»Gezengebin«) ein bei den Persern beliebtes Genußmittel bilden, aber nicht in den europäischen Handel kommen.

Im polarisierten Lichte betrachtet, erscheinen viele Partien des Tragants in schönen, prismatischen Farben, besonders die peripheren Teile der Körner. Dieses Polarisationsphänomen wird nicht, wie man vermuten könnte, durch die geschichteten Zellmembranen, sondern vielmehr durch die den Tragant zusammensetzenden gummösen Bestandteile selbst hervorgerufen (über Doppelbrechung des Tragants s. oben p. 59).

Chemisches Verhalten des Tragants. Der Tragant besteht aus wechselnden Mengen von Bassorin (Tragantin) und einer in Wasser löslichen Gummiart, ferner aus Zellulose, Stärke, Wasser und Mineralbestandteilen. Manchmal führt er etwas Zucker[1]). Spuren von organischen Säuren und Farbstoffen sind in den geringen Sorten nachgewiesen worden. — Das Bassorin (vgl. p. 76 und 99) wird gewöhnlich für quellbar in Wasser, aber für unlöslich hierin angesehen. Nach Flückigers Untersuchungen soll es in großen Mengen Wassers sich völlig auflösen[2]). Die im Tragant vorkommende in Wasser lösliche Gummiart kann trotz ihrer großen Übereinstimmung mit dem Arabin doch mit diesem Körper nicht identifiziert werden, da sie durch Bleizuckerlösung gefällt wird, eine Reaktion, welche dem Arabin nicht zukommt[3]). Während letzteres durch Borax-, Eisenchlorid- und Wasserglaslösungen gefällt wird, zeigt das lösliche Gummi des Tragants diese Reaktion nicht. In alkalischer Lösung nimmt der Tragant eine zitronengelbe Färbung an. Das Bassorin klebt nicht, bindet aber stark nach erfolgter Eintrocknung. Die Mengen des leicht löslichen Gummi und des Bassorins sind in verschiedenen Tragantsorten verschieden. Vom ersteren Körper kommen im Tragant häufig mehr als 50 Proz. vor. — Die Menge der Zellulose scheint in den gut schneidbaren Varietäten des Tragants eine nicht ganz unbedeutende zu sein. Manche Tragantsorten sind sehr reich an Stärke, so daß sie mit Jodlösung behandelt eine intensiv blaue Farbe

1) Ludwig, Archiv der Pharmazie, Bd. LXXXII, p. 48, fand im Fadentragant Krümmelzucker.

2) Pharmakognosie des Pflanzenreiches. Berlin 1867, p. 12. Nach neueren Angaben desselben Autors (Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891, p. 22) gibt Tragant mit dem zweihundertfachen Gewichte Wasser häufig geschüttelt erst nach Wochen einen trüben, gleichmäßigen Schleim, der sich nur langsam klärt. Wenn reinster Tragant tagelang mit dem tausendfachen Gewichte Wasser geschüttelt wird, so gibt er eine klare, nur langsam filtrierbare Flüssigkeit, während Zellreste und Stärke ungelöst zurückbleiben. Auffallend rascher geht die Auflösung vor sich, wenn man sich eines Ammoniaks von 0,960 spez. Gewicht bedient.

3) S. Frank, Chemisches Zentralblatt, 1865, p. 902 ff. Flückiger, l. c., p. 12. Später (Pharmakognosie, 3. Aufl., p. 22) gab Flückiger an, daß in der Kälte durch Bleizuckerlösung nicht eigentlich eine Fällung erfolgt, sondern das Gummi sich als klare Gallerte abscheidet, welche in der Wärme sich trübt und erst später in einen Niederschlag verwandelt.

annehmen. Da mit dem Fortschreiten der chemischen Metamorphose die Zellulose- und Stärkemenge abnimmt, so ist begreiflich, daß gerade die geringen gummiarmen Sorten des Tragants reich an den beiden genannten Körpern sein müssen. — Die lösliche Gummiart entsteht aus dem Bassorin. In 60proz. Chloralhydratlösung löst sich der Tragant wohl auf, aber es bleibt in der Flüssigkeit eine wolkige Trübung, welche von Zelluloseresten herzurühren scheint. — Die Wassermenge des Tragants beträgt 11—17, die Aschenmenge 2,29—3,57 Proz. Nach älteren Angaben sollen gute Tragante bloß 1,75 Proz. Asche liefern (C. Schmidt, 1844). Die Asche enthält mehr als 50 Proz. kohlensauren Kalk und beiläufig 3 Proz. Phosphorsäure[1]).

Nach den Produktionsländern unterscheidet man im Handel türkischen (T. von Smyrna und syrischen) und persischen Tragant. Der Tragant von Morea und Kreta (griechischer Tragant) ist in neuester Zeit aus dem Handel verschwunden[2]). — Der Tragant von Smyrna, der beste von allen, besteht vorwiegend aus schönen gelblichen oder weißlichen, stets matten Blättern von 1—5 cm Länge. Die Blätter sind terrassenförmig gebaut und außen gestreift; ihr Bruch ist eben. Der syrische[3]) und der persische Tragant sind schon viel ungleichartiger in Form, Größe und Farbe der Stücke. Sie enthalten wohl auch blätterartige Stücke, die aber dicker als der Blättertragant der erstgenannten Art und häufig deutlich gefärbt sind (gelblich mit einem Stich ins Orange oder Rötliche, oder auch bräunlich bis braun). Der Bruch der Körner ist uneben bis deutlich muschelig. Frisch aufgebrochene Stücke besitzen ziemlich deutlichen Glanz. Diese Tragantsorte ist häufig durch Rinden- und Holzstückchen, welche von den Stammpflanzen herrühren, verunreinigt. Der Tragant von Morea, welcher heute nur mehr ein historisches Interesse beansprucht, besteht vorwiegend aus langen, dünnen, oft gewundenen und gekräuselten und knäuelförmig gestalteten Fäden, worunter einzelne Stücke sich vorfinden, welche an Weiße mit dem besten Smyrnatragant wetteifern, während die meisten Fäden und die klumpigen Massen dieser Sorte gelblich bis bräunlich gefärbt sind. Nach Heldreich[4]) kommt dieser Tragant von den Bergen des nördlichen Morea und stammt von *Astragalus cylleneus*.

Kutera oder Kutira[5]), auch Kuteragummi genannt, ist der oben

1) Vgl.: Gmelin, Handbuch der Chemie. VII, 1. Abt., p. 657. Ludwig, l. c., p. 38. Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 23.

2) Über griechischen und sogenannten indischen Tragant s. oben p. 131, desgleichen über die wichtigsten Produktionsorte.

3) Die Hauptmasse dessen, was im Handel als syrischer Tragant bezeichnet wird, ist seiner wahren Herkunft nach persischer Tragant.

4) l. c., p. 71 ff.

5) Im Persischen heißt der Tragant »Kettira«.

(p. 131) erwähnte von *Astragalus heratensis* und *A. strobiliferus* abstammende geringe Tragant. Mit diesen Namen werden indes auch andere geringe Tragantsorten bezeichnet. Auch das Bassoragummi, welches in den Strukturverhältnissen mit Tragant übereinstimmt, ist eine geringe Tragantsorte.

Die sortierte Handelsware zerfällt in drei Arten, welche nach der Form der Zusammensetzungsstücke Blätter-, Stengel- und Körnertragant genannt werden. Der kleinasiatische Rohstoff liefert viel Blätter-, der griechische Rohstoff viel Stengeltragant. Der Körnertragant setzt sich teils aus natürlichen runden Tragantkörnern, teils aus Bruchstücken von Stengeln und Blättern zusammen. Die Fadentragante (Vermicelli, feine Stengeltragante) werden durch Absieben von den grobkörnigen, zumeist aus zerbrochenen Stengeln bestehenden Tragantmassen getrennt, welche für sich im Handel den Namen Sesamseed führen[1]). Geringe Sorten des Tragants, knollige Massen von grauer bis dunkelbrauner Farbe, erscheinen auf dem Markte nicht selten unter dem Namen Traganton.

Verfälschungen. Der Tragant hat ein so spezifisches Gepräge, daß er nur schwer verfälscht werden kann. Ich habe in keiner der zahlreichen Tragantsorten des Handels, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, Verfälschungen aufgefunden. Es soll indes schon die Ware in der Levante manchmal mit zwei Gummiarten verfälscht werden, welche die Namen Moussoli und Caraman[2]) führen, und die von wilden Pflaumen- und Mandelbäumen herrühren. Es sind dies Gummiarten, welche mit dem oben beschriebenen vorderasiatischen Prunoideengummi übereinstimmen (s. p. 127 ff.). Kleinkörnige Tragantsorten werden angeblich manchmal mit kleinkörnigem arabischen oder Senegalgummi, die geringer im Preise stehen als derartige Tragante, versetzt.

Über einige Gummiarten, welche dem Tragant ähnlich, aber durchaus geringwertig sind und wohl auch zur Verfälschung des Tragants dienen, s. oben (IV.).

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Eigentümlichkeiten des Tragantgummi geben genügend Anhaltspunkte, um die Echtheit des Tragants konstatieren zu können. Auch die oben angeführten Eigenschaften des Akaziengummi können herangezogen werden, um dieses im Tragant nachzuweisen. Es werden aber auch andere Mittel angegeben, um ara-

1) Stohmann, l. c., p. 1924.

2) Zeitschrift des österr. Apothekervereins. 1865, p. 545. Nach Kick und Gintl, Techn. Wörterbuch, Bd. II, p. 253, wird Karaman durch Bestreichen mit Bleiwasser dem Tragant im Aussehen ähnlich gemacht und in dieser Form zur Verfälschung des Tragants verwendet. Nach Hanbury wird durch dieselbe Prozedur auch geringeren Tragantsorten ein besseres Aussehen verliehen (Tschirch, l. c., II, p. 403).

bisches Gummi oder andere mit diesem im wesentlichen übereinstimmende Gummiarten als Verfälschungen im Tragant nachzuweisen. So soll es nach Planche[1]) gelingen, selbst wenige Prozente von arabischem oder Senegalgummi im Tragant durch Guajaktinktur nachzuweisen. Weingeistige Guajaktinktur soll nämlich den Tragantschleim gar nicht, die Lösung von arabischem und Senegalgummi hingegen blau färben. Diese Nachweisung muß aber mit Vorsicht angewendet werden, da alle Gummiarten, und auch der Tragant, infolge der in ihnen auftretenden oxydierenden Enzyme (nämlich der Oxydasen) die Guajaktinktur bläuen. Wird der Tragant in zerkleinertem Zustande mit Wasser übergossen und solange stehen gelassen, bis er einen gleichmäßigen Schleim bildet, so tritt auf Zusatz von Guajaktinktur Bläuung auf. Es ist aber hierbei langandauernde Einwirkung des Wassers erforderlich. Läßt man nur bis zum Eintritt der Aufquellung den Tragant stehen, so stellt sich noch keine Bläuung ein. Diese Zeit reicht aber aus, um arabisches Gummi in Lösung zu bringen, welche durch Guajaktinktur gebläut wird. Und so läßt sich, unter Anwendung der hier angeführten Vorsicht, tatsächlich arabisches Gummi im Tragant nachweisen[2]). Es ist aber bei diesem Nachweis doch noch zu beachten, daß die Guajakfärbung auf ein Enzym zurückzuführen ist, also nicht eintritt, wenn die Lösungen des Gummi gekocht wurden, weil hierbei das Enzym zerstört wird. In stark zerkleinertem, viele Jahre gelagertem Gummi ist das Ferment begreiflicherweise nicht oder nur mehr spurenweise anzutreffen, was bei dem genannten Verfälschungsnachweis auch wohl zu beachten sein wird. — Sicherer ist wohl der Nachweis von arabischem Gummi im Tragant durch das verschiedene Verhalten von Pyrogallol gegen Lösungen von arabischem Gummi bzw. Tragant. Ersteres bildet mit der genannten Substanz zusammengebracht Purpurogallin (Pyrogallochinon)[3]). Das gleiche Verhalten zeigen gegenüber dem Pyrogallol auch alle anderen Akaziengummi, auch das Kirschgummi, nicht aber, wie Flückiger[4]) zeigte, der Tragant. Hierauf läßt sich nach Flückiger eine Unterscheidung zwischen Tragant und arabischem Gummi gründen. Ersterer färbt sich mit Pyrogallol schwarz, während die Lösungen des letzteren sich nur schwach bräunen und nach längerer Zeit kristallisiertes Purpurogallin ausscheiden. — Nicht selten soll dem Tragant auch eingetrockneter Stärkekleister beigemengt werden (Kick und Gintl, Technisches Wörterbuch, Bd. IX [1888], p. 547), eine begreiflicherweise sehr leicht nachweis-

1) Stohmann, l. c., p. 1927.

2) Wiesner, Über das Gummiferment. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. XCII (1885), p. 54.

3) Clermont und Chautard, Jahresbericht der Chemie. 1882, p. 684.

4) Pharmakognosie. 3. Aufl., p. 8 und 22.

bare Verfälschung. Nach Tschirch[1]) wird ein im Wasser erhitztes Gemenge von Stärke, Leim und Glyzerin als Tragantersatz verwendet.

Afrikanischer Tragant. Unter diesem Namen beschrieb Flückiger[2]) eine dem Tragant nahestehende Gummiart, welche aus der im westlichen Afrika (Senegambien bis Kongo) in großer Menge vorkommenden *Sterculia Tragacantha Lindl.* in solchen Massen austritt, daß nach Flückigers Ansicht diese Ware für den Weltmarkt Bedeutung zu erlangen verspricht[3]). Diese Gummiart bildet farblose bis gelbliche stalaktitische Massen, welche nur in sehr dünnen Schichten durchsichtig sind. Das chemische Verhalten des afrikanischen Tragants stimmt mit dem des gewöhnlichen Tragants nahezu überein, doch führt er 20 Proz. Wasser und liefert 7,8 Proz. Asche. Auch darin unterscheidet sich der Sterkuliatragant von dem gewöhnlichen, daß das darin vorkommende in Wasser lösliche Gummi nicht durch Bleizucker gefällt wird, sondern daß seine Auflösung erst mit basisch essigsaurem Bleioxyd eine Trübung gibt. Morphologisch besteht ein großer Unterschied zwischen Sterkulia- und gewöhnlichem Tragant, indem ersterer nach Flückigers mikroskopischen Untersuchungen nicht nur keinerlei Strukturverhältnisse zeigt, sondern auch keine Stärkekörnchen führt. —

Die Haupthandelsplätze für Tragant sind Smyrna und Konstantinopel. Im Jahre 1891 gelangten beiläufig 117 000 kg auf den ersteren, 233 000 kg auf den letzteren dieser Plätze[4]). Die kleinasiatische Traganternte betrug im Jahre 1906 416 000—520 000 kg[5]), im Jahre 1909 schätzungsweise 450 000—480 000 kg, im Jahre 1909 300 000—400 000 kg[6]).

Die besseren Sorten des Tragants dienen im Kattundruck als Verdickungsmittel für Farben, in ausgedehntem Maße zur Herstellung von Dampffarben im Zeugdruck[7]), in der Appretur von Seidenwaren und Spitzen und in der Konditorei, geringe Sorten werden von Schuhmachern zum Glänzendmachen des Sohlenleders verwendet[8]). —

Der Tragant steht schon seit alter Zeit in medizinischer Anwendung, zu gewerblichen Zwecken wurde er schon im Mittelalter gebraucht[9]). Nähere Daten über die Geschichte des Tragants teilt Flückiger[10]) mit.

1) Pharmakognosie. II (1911), p. 403.

2) Pharmaceutical Journal and Transact. for May 1869.

3) Über das Gummi von *Sterculia tomentosa* s. oben p. 96.

4) Gehe, Handelsberichte. Dresden, Sept. 1891, p. 23.

5) Vgl. Tropenpflanzer X (1906), p. 746.

6) Vgl. Tropenpflanzer XIV (1910), p. 210. Über den Rückgang der Traganternte und deren Rückwirkung auf Preis und Produktion s. oben p. 133, Anm. 3.

7) Kick und Gintl, Technisches Wörterbuch. Bd. XI (1892), p. 267 ff.

8) Schwanert und Stohmann in Muspratts Techn. Chemie, p. 1564.

9) Heyd, Levantehandel im Mittelalter. II, p. 654.

10) Flückiger und Hanbury, Pharmacographia, p. 177. Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., p. 24.

7. Kokosgummi.

Das Kokosgummi (*gomme de coco, coco-palm gum, Haari tapau* der Bewohner von Tahiti)[1] soll von der Rinde der Kokospalme abgeschieden werden. Der karamelartige Geschmack und Geruch dieser Gummiart lassen annehmen, daß dieselbe wohl kein unmittelbares Naturpodukt ist. Es bildet stalaktitische Massen von oft traubenförmiger Gestalt. Die Stücke sind rotbraun bis zirkonrot von Farbe, durchscheinend, in dünnen Schichten durchsichtig. Dem freien Auge erscheint die Oberfläche völlig glatt. Bei 70facher Vergrößerung läßt die Oberfläche viele zarte Streifen und fazettartig vereinigte Sprunglinien erkennen. Auf frischer Bruchfläche glänzt dieses Gummi. In der Härte stimmt es mit dem arabischen Gummi, in der Zähigkeit mit dem Tragant überein. Es läßt sich fast noch schwerer als Tragantgummi in der Reibschale zerkleinern. Die Dichte schwankt zwischen 1,45—1,57. Im polarisierten Lichte verhält es sich einfach lichtbrechend. In Wasser löst es sich nur sehr unvollständig unter Zurücklassung einer Bassoringallerte auf. In einer 60proz. wässerigen Chloralhydratlösung löst sich das Kokosgummi teilweise auf. Es hinterbleibt am Grunde des Gefäßes selbst nach mehrtägiger Einwirkung des Lösungsmittels eine braun gefärbte aber klare Gallerte, welche von einer dünnen wolkigen Schichte überdeckt ist.

Diese Gummiart besteht aus Bassorin, löslichem, durch Bleizucker fällbarem Gummi, Dextrin, Zucker, einer karamelartigen Substanz, Wasser und Mineralbestandteilen. Die Menge des Bassorins beträgt 70—90 Proz. Das Kokosgummi ist mithin die bassorinreichste von allen bekannten Gummiarten. Es führt 12,5 Proz. Wasser und liefert 1,74 Proz. Asche.

8. Chagualgummi.

Dieses merkwürdige, auch Magueygummi genannte Produkt wird von der Bromeliacee *Puya coaretata* abgeleitet. Doch werden auch andere *Puya-(Pourretia-)*Arten als Stammpflanzen dieser Gummiart bezeichnet; so von Schroff[2] außer der genannten *Puya*-Art noch *P. (Pourretia) lanuginosa.*

Ich habe vor Jahren (1869) den Versuch gemacht, die botanische Provenienz dieser Gummiart zu ermitteln[3]. Ich fand nämlich, daß dieses Gummi Bruchstücke von Hohlzylindern bildet, an deren konkaven Flächen sich so häufig Gewebsreste vorfinden (Fig. 30 und 31), daß man dieselben zur Charakterisierung dieser Gummiart heranziehen kann. Die mikroskopische Untersuchung dieser Gewebereste hat nun gezeigt, daß das von mir untersuchte Chagualgummi (es war eine kristallhelle,

1) Cat. des Col. fr. 73. Cooke, l. c., p. 14.

2) Pharmazeutischer Jahresbericht. 1867.

3) Gummi und Harze, p. 46 ff.

topasgelbe Sorte) zweifellos von einer *Puya (Pourretia)* abstammt; aber ebenso gewiß konnte konstatiert werden, daß es von *P. coarctata* nicht herrühre.

Die Herleitung des Chagualgummi von *Puya coarctata* tauchte aber später wieder auf. So führt Guarjardo in seiner Schrift über chilenische Medizinaldrogen an, daß diese Ware von einer Pflanze herrühre, welche die Vulgärnamen Chagual, Puya und Carvon führe, welche aber identisch ist mit *Puya coarctata*[1]).

Etwa zur selben Zeit wurde von Arta[2]) *Puya suberosa (= P. chilensis = P. coarctata)* als Stammpflanze des Chagualgummi genannt.

Später veröffentlichte Hartwich[3]) eine eingehende Untersuchung über Abstammung, Entstehung und über die Eigenschaften des Chagualgummi, welche meine Angabe bestätigt, daß wohl zweifellos eine *Puya* das Chagual liefert, daß man die Stammpflanze aber nicht mit *P. coarctata* identifizieren könne. Das Resultat Hartwichs muß um so mehr in die Wagschale fallen, als es dem genannten Forscher gelungen ist, außer den von mir aufgefundenen Gewebsbestandteilen (Reste der Oberhaut des Blütenschaftes) noch andere von den Blättern der Stammpflanze herrührende Gewebsreste im Gummi nachzuweisen, welche gleichfalls nicht auf *Puya coarctata (P. chilensis)* hinweisen.

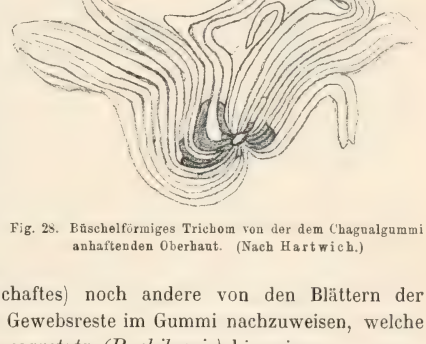


Fig. 28. Büschelförmiges Trichom von der dem Chagualgummi anhaftenden Oberhaut. (Nach Hartwich.)

Hartwich hat in den Hautgewebsresten des von ihm untersuchten Chagualgummi eigentümliche büschelförmige Haare beobachtet, welche an *Puya coarctata* nicht zu finden sind, wo aber auch charakteristische Trichome (Sternhaare) auftreten. Die genannten Büschelhaare, von den Sternhaaren der *Puya coarctata* auffällig verschieden (Fig. 28), sind für das Gummi charakteristisch. Ich habe diese Haare an jüngsthin untersuchten Proben von Chagualgummi gleichfalls beobachtet[4]).

---

1) Botánica medica nacional o sea plantas medicinales de Chili. Santjago 1892.

2) Pharmazeutischer Jahresbericht. 1892.

3) Chagualgummi. Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1896, p. 565 ff.

4) An Chagualgummi aus der Sammlung des Herrn Prof. v. Vogl und aus der Warensammlung der Wiener technischen Hochschule.

Wenn nun die Beobachtungen Hartwichs im Zusammenhalte mit Cedervalls[1]) Untersuchungen über den anatomischen Bau der Bromeliaceen keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, daß das Chagualgummi von einer *Puya*, und zwar vom Typus *Pourretia* abstammt, so sind die Arten dieser Gattung, welche das Gummi liefern, noch nicht ermittelt. Hartwich will indes trotzdem nicht *P. coarctata* als Stammpflanze des Chagualgummi gestrichen sehen und meint, es sei vorläufig anzunehmen, daß die Droge von drei *Puya*-Arten abstamme, nämlich von *P. chilensis Mol. (P. coarctata Fisch.)*, *P. lanuginosa Schult.* und *P. lanata Schult.*[2]).

Das Gummi sammelt sich an den Blütenschäften der Pourretien an, aber es tritt nicht freiwillig aus. Wie F. Leybold[3]) in St. Jago de Chili zuerst angab, wird die Bildung desselben durch die Raupe der *Kastnia* (richtiger *Castnia*) *elegans* veranlaßt. In späteren Berichten desselben Autors[4]) wird nochmals betont, daß die Verletzungen der Stammpflanze durch das genannte Insekt die Ursache des Gummiflusses der Pourretien bilden, daß aber die Ausschwitzungen des Gummi sowohl an Stengeln als an Blättern erfolgen.

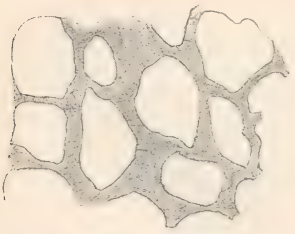


Fig. 29. In Gummi sich umwandelndes Parenchym der Stammpflanze des Chagualgummi. Aus Chagualgummi. (Nach Hartwich.)

Daß tatsächlich eine Verletzung der *Puya* zur Bildung des Chagualgummi führt, fand Hartwich durch Eigenschaften bestätigt, welche sich hin und wieder an den Gummistücken direkt nachweisen lassen. Er fand nämlich Reste der Haut des Insekts, ferner kleine Klümpchen im Gummi, »welche ausschließlich aus durch Gummi verklebten kleinen Spänen der Pflanze bestehen, die völlig denen gleichen, die man vor den Bohrlöchern mancher Raupen findet. Diese Späne sind ausschließlich von Stücken der Gefäße und der dieselben umgebenden Fasern gebildet«[5]). In Bezug auf das Insekt, gibt Leybold an, daß die Raupe der *Castnia elegans* — welche ein prachtvoller großer, fast vogelartiger Falter sein soll — sich gleich nach dem Auskriechen in das Innere der bromeliaähnlichen Pflanze einbohre, nach auf- und abwärts Gänge baue, worauf

1) Anatomisk fisiologiska undersök. blodet hor Bromel. Göteborg 1884.

2) Auch *P. tuberculata Mart.* wird als Stammpflanze des Chagualgummi genannt, s. oben p. 88.

3) Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1871, p. 372.

4) l. c., 1874, p. 272 (Ausflug in die Pampas der Argentinischen Republik).

5) l. c., p. 594 f.

der Ausfluß des Gummi erfolge. Nach Erkundigungen, welche Hartwich bei Fachmännern einzog, existiert eine *Castnia elegans* nicht, wohl aber ist diese Gattung in Chili durch *C. Eudesmia* vertreten.

Was die Bildung des Gummi anlangt, so ist es Hartwich gelungen, an dem Gummi selbst zu konstatieren, daß das parenchymatische Grundgewebe der Stengel, bzw. Blätter der Stammpflanze durch Verschleimung der Membran in Gummi umgewandelt werde (Fig. 29).

Nach Hartwich kommt in den Vegetationsorganen der *Puya*-Arten nur etwas Schleim (in den Kalkoxalat-Raphiden führenden Zellen) vor und kein Gummi. Er meint deshalb, daß die Gummibildung durch die

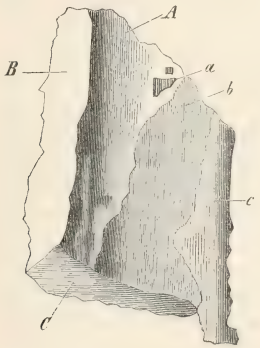


Fig. 30. Natürl. Größe. Chagualgummi. *A* konkave Innenseite eines Bruchstückes. *B* radiale Längsbruchfläche. *C* Querbruchfläche. *a b* anhaftendes Oberhautgewebe. *c* Abdruck der Skulptur des Stammes, über den sich das Gummi ergoß.

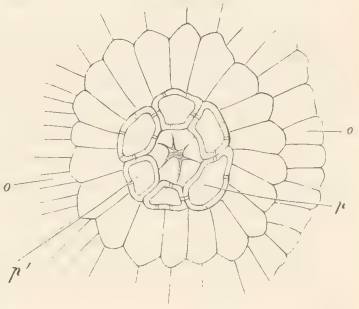


Fig. 31. Vergr. 300 mal. Gewebsstück von der Innenseite des Chagualgummi. *o o* Oberhautzellen. *p p* daran haftendes dickwandige Parenchym.

Raupe der *Castnia* hervorgerufen werde. Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen und meine, daß der Angriff durch die Raupe die Gummibildung nur begünstige, da lysigene Gummigänge in den oberirdischen Vegetationsorganen der *Pourretia*-Arten vorkommen[1]).

Das Chagualgummi, welches meiner Beschreibung zugrunde lag, bestand aus Bruchstücken von Hohlzylindern (Fig. 30). Dasselbe hatte sich zweifellos an (zylindrischen) Stengeln, nämlich an den Blütenschäften der Stammpflanze angesammelt. Dieses Gummi, welches wichtige Anhaltspunkte zur Charakteristik des Chagualgummi überhaupt gab, soll zunächst beschrieben werden. Dieses Chagualgummi bestand aus Bruch-

1) Nach C. Mez (in De Candolles Monogr. Phanerogam. IX, 1896, Bromeliaceen, p. 52) sind für *Puya (Pourretia)* im Zentralzylinder auftretende lysigene Gummigänge charakteristisch.

stücken von Hohlzylindern verschiedener Größe, denen eine Dicke von 0,2—1,5 cm zukam. Die etwas unregelmäßig geformte Außenseite ist von sich häufig polygonal abgrenzenden, klaffenden Rißlinien durchsetzt und zudem nicht selten feinstreifig. Die konkave Innenseite jedes Bruchstückes ist sehr regelmäßig der Länge nach parallel gestreift und stellt einen genauen Abdruck der Stengeloberfläche der Stammpflanze dar. An vielen Stellen ist diese streifige Innenfläche des Gummi mit der Oberhaut der Stammpflanze und kleinen anhaftenden Parenchymresten überdeckt (Fig. 30). Das weiße, glanzlose Gewebe hebt sich scharf von der glänzenden, nackten Oberfläche des Gummi ab. — Nach der Wölbung der Stücke zu urteilen, dürften die Stämme, über deren Oberfläche sich das Gummi ergoß, einen Durchmesser von 2—4 cm gehabt haben.

Die Bruchstücke des Chagualgummi sind vorwiegend glashell und von dichter gummiartiger Beschaffenheit. Seltener sind trübe und von Luftblasen durchzogene Stücke. Der Bruch des Gummi ist muschelig, die Farbe topasgelb. Die Härte stimmt mit jener des arabischen Gummi überein. Das Chagualgummi ist wohl auch zähe, aber doch nicht in dem Grade wie der Tragant. Die Dichte beträgt nach völliger Entfernung der Luft 1,866. — Sehr charakteristisch für diese Gummiart ist auch deren Verhalten im polarisierten Lichte. Jedes Stück zeigt bei gekreuzten Nikols infolge von Spannungsunterschieden Doppelbrechung und erglänzt in den schönsten prismatischen Farben. Ein quer oder der Länge nach radial durchschnittenes Stück läßt aber zudem noch eine konzentrische Anordnung der Farben scharf hervortreten. — Diese Gummiart hat einen rein schleimigen Geschmack.

Das untersuchte Chagualgummi gehört zu den bassorinreichsten aller bekannten Gummiarten. Es löst sich deshalb nur in geringer Menge (15,83 Proz.) in Wasser auf. Der Rückstand gibt eine stark lichtbrechende, kristallhelle Gallerte, welche wie die Lösung des Gummi sauer reagiert. Die Gallerte klebt nur wenig, bindet aber stark nach erfolgter Eintrocknung. In 60 proz. Chloralhydratlösung löst sich das Chagualgummi zum großen Teile auf; nach mehrtägiger Einwirkung des Reagens hinterbleibt am Grunde des Gefäßes eine klare Gallerte, welche von einer wolkigen Schichte überdeckt ist. — Das in Wasser lösliche Gummi verhält sich in allen Reaktionen genau so wie das im Tragant vorkommende lösliche Gummi. Die Gallerte besteht der Hauptmasse nach aus Bassorin. Mit einer Lösung von kohlensaurem Natron zusammengebracht nimmt die Gallerte sogleich eine zitrongelbe Farbe an, und schon hierdurch läßt sich das Chagualgummi leicht von den übrigen bekannten bassorinhaltigen Gummiarten unterscheiden. Dextrin ist in diesem Gummi nicht nachweisbar. Zucker kommt darin nur spurenweise vor. Es enthält 13,46 Proz. Wasser und liefert 2,43 Proz. Asche.

Ich habe in den letzten Jahren die Sorten des Chagualgummi der Wiener Sammlungen studiert und habe gefunden, daß dieselben in den Eigenschaften von der zuerst von mir beschriebenen Sorte mehrfach abweichen, was sich zunächst schon in der Form und Farbe der Stücke zu erkennen gibt. Neben den hohlzylindrischen kommen auch knollenförmige und stalaktitische Massen vor, die sich offenbar stellenweise in großer Menge am Blütenschafte oder an den Blättern angesammelt hatten. Auch den knollenförmigen Stücken haften mit freiem Auge erkennbare Oberhautreste an. Die Farbe des Chagualgummi geht von Topasgelb durch Honigbraun in Schwarzbraun über. Hartwich gibt dieselben Form- und Farbenunterschiede an, hat aber auch beinahe farblose und fast schwarze Stücke gesehen. Die Verschiedenartigkeit der Färbung[1]) scheint auf eine Verschiedenartigkeit der Abstammung hinzudeuten; es könnte aber auch sein, daß von ein und derselben Spezies Gummi von verschiedenener Färbung produziert wird. Ich bewahre ein Stück Chagualgummi auf, in welchem lichtweingelbe Stellen mit honigbraunen bis braunschwarzen Partien abwechseln.

Hartwich hat auf die Tatsache aufmerksam gemacht, daß die Löslichkeit der Sorten des Chagualgummi sehr verschieden ist und daß, ungleich dem arabischen Gummi, welches fast in gleichem Maße in kaltem und heißem Wasser löslich ist, siedendes Wasser weitaus mehr Gummi löst, als kaltes. Hartwich fand, daß die fast schwarzen Stücke des Chagualgummi in Wasser wohl zerfielen, aber sich nicht lösten; löslicher sind nach seinen Beobachtungen die rotbraunen und gelblichen Stücke; die fast farblosen Stücke lösten sich nach seinen Beobachtungen in Wasser vollständig auf.

Dem Chloralhydrat gegenüber verhalten sich die Sorten des Chagualgummi sehr verschieden. Die dunklen Sorten lassen, ähnlich so wie Moringagummi, einen nicht unbeträchtlichen gequollenen Rest zurück. Vollständige Lösung habe ich an keiner der von mir untersuchten Sorten beobachtet. Ich habe aber auch keine farblose, in Wasser vollkommen lösliche Sorte, welche sich wahrscheinlich in Chloralhydrat vollkommen gelöst hätte, vor mir gehabt.

Bei der Hydrolyse des Chagualgummi erhält man Xylose und i-Galaktose neben etwas d-Galaktose[2]).

Nach Mitteilungen, welche Prof. Gnehm über die technische Verwendbarkeit des Chagualgummi dem Prof. Hartwich machte, könnte

---

1) Der Farbstoff der dunklen Sorten des Chagualgummi unterscheidet sich von jenem der meisten Gummiarten dadurch, daß er durch Salzsäure nicht in rotviolett umgewandelt wird, sondern anscheinend unverändert bleibt.

2) Winterstein, Ber. der Deutsch. Chem. Gesellschaft. 1898.

dasselbe im Zeugdruck verwendet werden, aber es müßten hierzu die helleren klaren Stücke aus der Rohware ausgelesen werden.

9. Gummi von Cochlospermum Gossypium.

Das Gummi des in Indien[1]) häufig vorkommenden *Cochlospermum Gossypium* erschien auf den letzten Weltausstellungen und soll bereits im englischen Handel als geringe, Kuteragummi[2]) genannte Tragantsorte (s. oben p. 138) vorkommen. Diese Gummiart bildet schmutzig gelbliche bis braune, fast undurchsichtige Körper von glatter, aber glanzloser Oberfläche, läßt sich leichter als Tragant pulvern und gibt beim Zerreiben im Mörser ein blaß braunrötliches Pulver. In Wasser ist das Gummi nur teilweise löslich. Weingeist entzieht den Farbstoff und etwas Zucker. Ich konnte in dieser Gummiart Strukturverhältnisse nur in Spuren wahrnehmen. Nach der Behandlung mit Wasser und Kochen des Restes in einer Sodalösung bleiben kleine Gewebsreste in Form rötlicher Schüppchen und Flöckchen zurück. Gegen Chloralhydrat verhält es sich so wie Tragant (s. oben p. 138).

Das Gummi von *Cochlospermum Gossypium* scheint eine ziemlich komplizierte chemische Zusammensetzung zu haben. Ich habe darin Bassorin, Zerasin, kleine Mengen von Dextrin, eine mit dem löslichen Teile des Tragants übereinstimmende Gummiart, ferner Wasser und Mineralbestandteile aufgefunden. Es enthält 15,3 Proz. Wasser und gibt 1,98 Proz. Asche[3]).

10. Gummi von Moringa pterygosperma.

Moringa pterygosperma ist ein in vielen Gegenden Indiens gemeiner Baum, aus dessen Stamm das Gummi *(gomme de ben-ailé)* reichlich ausfließt. Es bildet Körner oder strangförmige Stücke von meist 2—4 cm Durchmesser. Die Körner haben eine glatte, die Fäden eine der Länge nach parallel gestreifte Oberfläche. Die frische Bruchfläche des Gummi ist anfänglich stark fettglänzend, wird aber bald matt. Die Farbe des Gummi ist rötlichbraun bis braunschwarz, in Pulverform graugelb mit einem Stich ins Zimtbraune. Es läßt sich leicht pulvern. Die Dichte schwankt wegen wechselnder Mengen eingeschlossener Luft zwischen weiten Grenzen. Das Gummi zeigt einen ausgezeichneten zelligen Bau,

1) Nähere Angaben über das Vorkommen von *Cochlospermum Gossypium* finden sich bei Watt (l. c., II, 1889, p. 412). Nach dieser Quelle wird dieses Gewächs häufig in der Nähe der Tempel kultiviert.

2) In den indischen Bazaren wird dieses Gummi als »Ketira« feilgeboten. Es ist dies, wie schon bemerkt, der persische (und arabische) Name für Tragant.

3) Wiesner, Gummi und Harze (1869), p. 50. P. Lameland, Sur la gomme du *Cochlospermum Gossypium*. Journ. Pharm. et Chimie XX (1909).

der hier noch schärfer als beim Tragant ausgeprägt ist. Einzelne Zellen führen einen im Mikroskop hellbraunrot erscheinenden Farbstoff. Stärkekörner kommen in den Zellen nicht vor. Die äußeren Schichten der Zellmembranen, vorwiegend aus in Wasser löslichem Gummi zusammengesetzt, sind meist weniger gut als die inneren, welche vorzugsweise aus in Wasser bloß aufquellendem Gummi bestehen, erhalten. Dieses Gummi erscheint im Polarisationsmikroskop einfach lichtbrechend.

Das Gummi weicht in der chemischen Zusammensetzung wesentlich von den anderen Gummiarten ab, indem neben Bassorin, Dextrin und einer in Wasser löslichen Gummiart, welche mit der in Wasser löslichen

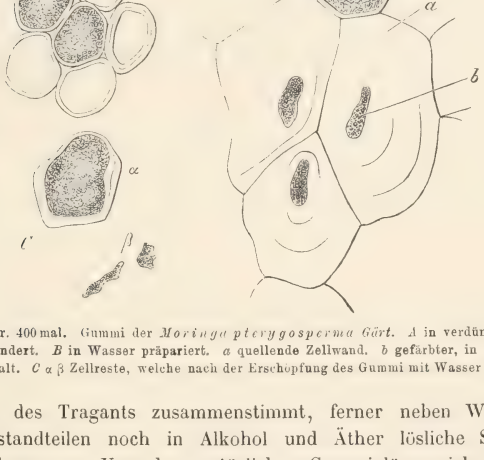


Fig. 32. Vergr. 400 mal. Gummi der *Moringa pterygosperma Gärt.* *A* in verdünntem Alkohol. Zellen unverändert. *B* in Wasser präpariert. *a* quellende Zellwand. *b* gefärbter, in Wasser unlöslicher Zellinhalt. *C* α β Zellreste, welche nach der Erschöpfung des Gummi mit Wasser zurückbleiben

Gummiart des Tragants zusammenstimmt, ferner neben Wasser und Mineralbestandteilen noch in Alkohol und Äther lösliche Substanzen darin vorkommen. Von dem natürlichen Gummi lösen sich 8,30 Proz. in Alkohol, vom Rückstande 7,85 Proz. in Äther. Der in Alkohol, Äther und Wasser unlösliche Teil löst sich fast gänzlich in Alkalien auf, er besteht vorwiegend aus Bassorin. — In 60 proz. Chloralhydratlösung löst sich das Moringagummi nur sehr unvollkommen auf. Nach mehrtägiger Einwirkung des Reagens bildet sich eine rotbraune klare Lösung. Am Grunde des Gefäßes bleibt reichlich eine gequollene klare Gummimasse zurück, welche von einer wolkigen Schichte überdeckt ist. Die Wassermenge des Gummi beträgt 11,71, die Aschenmenge 1,81 Proz.[1].

1) Wiesner und Beckerhinn: Über das Gummi von *Moringa pterygosperma* in Dinglers Polytechn. Journ., Bd. CXCIII, p. 166, und: Wiesner, Gummi und

In diesem Gummi kommen nach Volcy-Boucher zwei Enzyme: Myrosin und Emulsin vor[1]).

Es sei an dieser Stelle kurz erwähnt, daß das in neuerer Zeit oft genannte Perugummi[2]) keine eigentliche Gummiart, sondern das zerkleinerte Gewebe eines Pflanzenteiles — wahrscheinlich eines knollenförmigen Rhizomes oder einer knollenförmigen Wurzel — ist, welches, ähnlich wie Salep, Eibischwurzel, Flohsamen usw. unvollständig in Schleim umgewandelt ist. Nach Gintl[3]) stammt das Perugummi von einer *Asphodelus*-Art des Libanon[4]). Es setzt sich nur aus geformten Elementen, vorzugsweise parenchymatischer Natur, zusammen, wie sich bei der Präparation des Pulvers in fettem Öl erweisen läßt. In chemischer Beziehung steht es dem Salep nahe. Das Perugummi führt 12,72 Proz. Wasser und liefert 4,82 Proz. Asche. Wasser löst von der ursprünglichen Substanz 72,54 Proz. auf, wovon 33,97 Proz. durch Alkohol und neutrales essigsaures Bleioxyd fällbar sind. Alkohol löst von der unveränderten Substanz 48,69 Proz.[5]).

Harze. 1869, p. 50 ff. Lameland, Journ. pharmac. 1907. Jadin et Boucher, Production de gomme chez le *Moringa*. Bull. sc. pharm. 1904.

1) Volcy-Boucher, Bulet. des sciences pharmacologique. Paris 1908. In dieser Abhandlung werden 80 Gummiarten aufgezählt, welche Emulsin enthalten.

2) S. u. a. Liecke, Polytechn. Journal. Bd. CLXXXVIII, p. 507.

3) Kick und Gintl (Heeren und Karmarsch), Technisches Wörterbuch. Bd. VI, p. 613.

4) Diese Herleitung ist wohl nicht stichhaltig. Von den im Libanon vorkommenden *Asphodelus*-Arten kämen als Stammpflanze des Perugummi nach gefälliger Mitteilung des Herrn Prof. v. Wettstein, nur *A. microcarpus Vic.* und *A. fistulosus L.* in Frage. Außer diesen beiden Arten, von denen indes die letztere wegen des geringen Wurzelvolums kaum in Betracht gezogen zu werden braucht, habe ich auch den früher offizinellen *A. ramosus L.* (über die ehemals offizinelle *Radix Asphodeli* s. Berg, Pharm. Warenkunde, p. 82) mit dem Perugummi verglichen. Schon die von Greenish (Pharmac. Journ. and Transact., 1894, Nr. 1243) durchgeführte anatomische Untersuchung der Wurzel von *A. albus Mill.* schließt die Wahrscheinlichkeit, daß die sog. Peruwurzel einem *Asphodelus* angehöre, aus. Auf meine Anregung hat Herr P. v. Tannenhain einen eingehenden anatomischen Vergleich zwischen Peruwurzel und den Wurzeln der genannten *Asphodelus*-Arten angestellt, welcher die Identität der ersteren mit den letzteren vollkommen ausschließt, was sich höchst auffallend schon darin ausspricht, daß die Markparenchymzellen des Perugummi einen beiläufig vier- bis fünfmal so großen Durchmesser aufweisen, als die korrespondierenden Elemente der genannten *Asphodelus*-Wurzeln.

5) Näheres über die morphologischen und chemischen Eigenschaften des Perugummi s. C. Beckerhinn: Dinglers Polytechn. Journal, Bd. CXCIII, p. 163, und: Gummi und Harze, p. 52—55.

Zweiter Abschnitt.

Harze[1]).

Obwohl sich die Harze chemisch nicht scharf definieren lassen und in der wissenschaftlichen Chemie nicht mehr als selbständige Körpergruppe aufgeführt werden, wie etwa die Fette, die insgesamt als Glyzeride zusammengefaßt werden können, so hält man in praktischen Wissenszweigen, und zwar in der Technologie, Warenkunde und Pharmakognosie noch an diesem Begriffe fest, und wird ihn wohl auch in Zukunft nicht entbehren können, weil mit dem Ausdrucke »Harz« eine große Zahl von häufig in der Natur vorkommenden und praktisch verwendeten Substanzen, welche viele sehr charakteristische Eigenschaften gemein haben, kurz bezeichnet und treffend zusammengefaßt werden. Alle natürlichen Harze sind pflanzlichen Ursprungs.

In den eben genannten Wissenszweigen versteht man unter Harzen alle jene natürlich vorkommenden festen und dann spröden, oder halbfesten Körper, die im Aussehen den Gummiarten nahe kommen, in Wasser unlöslich, in Äther, Alkohol und Schwefelkohlenstoff oder wenigstens in einem dieser Körper löslich, reich an Kohlenstoff, arm an Sauerstoff und frei von Stickstoff sind, in der Wärme erweichen, bei höherer Temperatur schmelzen und mit rußender Flamme brennen. Die Harze sind der Fäulnis gar nicht unterworfen und zeigen, wie Tschirch[2]) bemerkt, eine relative Resistenz gegen Reagentien. Die chemische Beschaffenheit der Harze wird in einem der folgenden Kapitel dieses Abschnittes geschildert werden. Hier seien nur die hervortretendsten chemischen Bestandteile der Harze insoweit namhaft gemacht, als es erforderlich erscheint, diese Körpergruppe von anderen in diesem

1) Der chemische Teil dieses Kapitels (Abschnitt II, Chemische Charakteristik der Harze, ferner die chemische Beschaffenheit der einzelnen abgehandelten Harze) wurde von Dr. **Max Bamberger**, Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien neu bearbeitet.

2) Die Harze und die Harzbehälter. 2. Aufl. Leipzig. Bd. I (1906), p. 3.

Werke abgehandelten zu unterscheiden. Keines der Harze ist ein chemisches Individuum, vielmehr wie alle unmittelbar von der Pflanze gelieferten Stoffe ein mehr oder minder kompliziertes Stoffgemenge. Die wichtigsten Bestandteile der Harze sind: esterartige, spaltbare Substanzen oder Resine, die sehr widerstandsfähigen Resene, ferner aromatische Säuren, z. B. Zimt-, Benzoësäure usw., darunter aber auch eigenartige, in die aromatische Reihe gehörige Säuren, nämlich die Harzsäuren (z. B. die Abietinsäure) und ätherische Öle. Nebenher treten in den natürlichen Harzen auch noch Gummiarten und die gewöhnlichen Bestandteile der Pflanzengewebe, wie Zellulose, Gerbstoffe, Huminkörper auf. Als Begleiter des Gummi kommen in den Gummiharzen auch jene Enzyme vor, welche gewöhnliche Begleiter des Gummi sind, darunter auch, wie wir sehen werden, Oxydasen und, wie z. B. im Gummilack, auch spezifische Enzyme.

Die ältere Chemie unterschied Hartharze, Weichharze und Federharze. Die beiden ersteren faßt man jetzt als Harze zusammen, da zwischen beiden in der Regel nur graduelle Unterschiede existieren und die meisten Weichharze schon nach längerem Liegen in Hartharze übergehen. Wenn heute doch noch mit Rücksicht auf bestimmte Harze oder deren Sorten ein Unterschied zwischen Hart- und Weichharzen gemacht wird, so versteht man unter ersteren diejenigen, welche sich pulverisieren lassen, unter letzteren diejenigen, welchen diese Eigenschaft gänzlich abgeht. Die Federharze, zu welchen man früher die Kautschukarten stellte, und denen man heute noch einige andere Körper unterordnen müßte, die in einem der nächsten Abschnitte (Kautschukgruppe) beschrieben werden sollen, werden heute nicht mehr den Harzen zugezählt, da nicht nur ihre physikalischen Eigenschaften sehr beträchtlich von jenen der eigentlichen Harze abweichen, sondern weil sie von diesen auch chemisch völlig verschieden sind. — In manchen Werken und Abhandlungen ist noch von Halbharzen die Rede. Man versteht hierunter entweder die gleich zu erwähnenden Gummiharze, oder aber Harze, welche so reich an kristallisierter Substanz sind, daß sich bei mikroskopischer Betrachtung ein großer Anteil des Harzes als kristallisierter Körper neben amorpher (»harziger«) Grundmasse zu erkennen gibt und gewöhnlich aus der alkoholischen Lösung eines solchen Harzes sich Kristalle ausscheiden. Der Begriff »Halbharz« ist wohl entbehrlich, da er auf die halbkristallisierten Harze angewendet keine scharfe Abgrenzung gegenüber anderen Harzen gestattet und als Bezeichnung der Gummiharze ganz überflüssig ist.

Gegenwärtig unterscheidet man drei gut charakterisierte Harzgruppen: 1. gewöhnliche Harze, 2. Gummiharze, 3. Balsame. Die Gummiharze unterscheiden sich von den gewöhnlichen Harzen nur durch Gehalt an Gummi. Unter Balsamen versteht man entweder gewöhnliche

Harze, die wie Terpentin oder Kanadabalsam sehr reich an ätherischen Ölen sind, welche letzteren entweder sämtliche harzige Bestandteile oder doch einen großen Teil derselben in Lösung halten, wodurch sirupdicke Massen entstehen, oder Körper, welche harzarm sind, aber der Hauptmasse nach aus flüssiger, den Harzen nahestehender Substanz bestehen (Perubalsam)[1].

I. Physikalische und naturhistorische Charakteristik.

Form und Größe der natürlichen Harzstücke. Die festen Harze habe häufig tropfenförmige (»Tränen«), stalaktitische oder knollenartige Gestalten. Verbreitet sich das Harz über die Oberfläche eines Pflanzenteiles und sammelt es sich an diesem an, so kommen meist tropfenförmige oder stalaktitische Formen zum Vorschein; fließt die Harzmasse in den Boden, wie dies bei vielen Kopalen der Fall ist, so bilden sich Knollenformen.

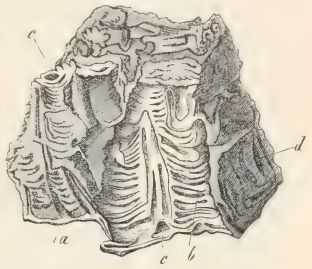


Fig. 33. Natürliche Größe. Rotes Akaroidharz aus Australien. *a* unterste, oxalsauren Kalk führende Gewebsschichten. *b* verharzte Gewebsschichten. *c* verharzte Gewebsstränge. *d* homogen erscheinendes Harz.

Seltener kommt es vor, daß die Harze andere als die genannten Gestalten annehmen, und selbe sind fast immer für die Art des Harzes bezeichnend. So bildet z. B. das rote Akaroidharz dicke, plattenförmige Stücke, welche an vielen Stellen noch die Formverhältnisse jener Organteile, aus welchen das Harz entstanden ist, darbieten (Fig. 33). Das sogenannte Wurzelpech der Fichte, die Siambenzoë bilden schwach gewölbte Platten. Der Kieselkopal zeigt die Gestalt von Rollsteinen und verdankt seine Form wie diese dem Umstande, daß er in Flußbetten weitergeführt wurde. Der Stocklack, welcher als flüssige Masse Stengel und dickere Stammteile rund umgibt, bildet, von diesen abgelöst, Hohlzylinder oder Bruchstücke von Hohlzylindern. U. a. m.

Die tropfenförmigen Harzkörner haben häufig eine ziemlich konstante Größe. Stalaktitische und Knollenformen variieren hingegen in Bezug auf die Dimension und erreichen unter Umständen, wie manche Kopale, eine außerordentliche Größe und großes Gewicht, z. B. der Kaurie-

[1] Tschirch hat in seinem Werke »Die Harze und Harzbehälter« ein chemisches System der Harze aufgestellt, welches weiter unten in dem von Prof. Bamberger verfaßten 2. Kapitel dieses Abschnittes in Kürze vorgeführt werden wird.

kopal, welcher manchmal als zentnerschwere Masse aus dem Boden gegraben wird.

Selten bildet ein bestimmtes Harz ein aus ziemlich gleichmäßig großen natürlichen Stücken bestehendes Produkt, z. B. Mastix oder Sandarak. Regel ist eine große Variation in der Größe der natürlichen Stücke. Durch Sortierung werden allerdings die Körner oder Stücke einer Sorte gleichmäßiger in der Größe.

Künstliche Formen. Manche Harze erscheinen im Handel in künstlich erzeugten Gestalten, so z. B. das Drachenblut in Form von Stangen oder Tränen, das Gummigutt in Zylindern, der Schellack in Blättern, über welche Formen bei Besprechung der betreffenden Harze noch näher abgehandelt werden wird.

Die **Oberflächenbeschaffenheit** vieler Harze bietet wichtige Anhaltspunkte für deren Charakteristik dar. Beim roten Xanthorrhoeaharz ist die Fläche, mit der das Harz dem Stamme anhaftete, rauh, matt, unverharzt und zeigt Struktureigentümlichkeiten, derer ich unten bei Besprechung dieses Harzes noch gedenken werde. Die Oberfläche mancher Harze bedeckt sich infolge von starker Zusammenziehung und später folgender, eigentümlicher regelmäßiger Abwitterung mit polygonal begrenzten Wärzchen. Es kommt dadurch eine regelmäßige Fazettierung, die man beim Kopal von Sansibar schon mit freiem Auge sieht (sogenannte Gänsehaut, s. Fig. 34), zustande.

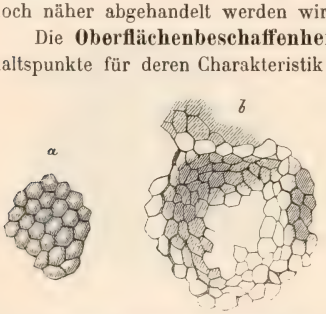


Fig. 34. Oberflächengestalt des Sansibarkopals. *a* mehrere Wärzen bei 2-, *b* eine Warze bei 30 maliger Vergrößerung.

Mit der Entstehung der »Gänsehaut« des Sansibarkopals haben sich zahlreiche Forscher (Göppert, Berg, Grote, Worlée, Oswald und Müncke) beschäftigt; ihre Versuche, das Zustandekommen der Gänsehaut zu erklären, haben sich aber als unzureichend erwiesen, und man schließt sich wohl jetzt allgemein der Ansicht an, welche ich über diesen Gegenstand zu begründen versucht habe[1]). Auf Grund meiner mikroskopischen Untersuchungen entwickelte ich folgende Vorstellung über die Entstehung der »Gänsehaut« des Sansibarkopals. Die chagrinierte Oberfläche entsteht infolge ungleichmäßiger Zusammenziehung der Zonen eines Harzkornes, aber gleichmäßiger Zusammenziehung

1) Wiesner in »Isis«, Dresden. Sitzung vom 18. Juni 1868. Daselbst auch eine Wiedergabe der älteren Erklärungsversuche.

Vgl. auch Gilg in Englers Pflanzenwelt Ostafrikas. B. Die Nutzpflanzen Ostafrikas. Berlin 1895, p. 415.

der peripheren Schicht des Harzes. Diese gleichmäßige Zusammenziehung bedingt das Auftreten von regelmäßig angeordneten Sprunglinien, welche sich zu sechsseitigen Facetten vereinigen. Diese Facetten wittern vom Rande aus gegen die Mitte zu ab, indem sich sukzessive unterhalb und neben den abwitternden kleineren Facetten neue bilden. Hieraus ergibt sich, daß die großen Facetten am Rande tiefer als in der Mitte durch Abfallen neu gebildeter Facetten abwittern müssen, wodurch sich jede (große) Facette in ein Wärzchen verwandeln muß. Die große Regelmäßigkeit, mit welcher diese im Boden liegenden Kopale, offenbar in sehr langen Zeiträumen, sich zusammenziehen, bedingt die Regelmäßigkeit in Form und Anordnung der Wärzchen.

Fig. 35. Vergr. 60 mal. Oberflächenschicht eines fast noch durchsichtig erscheinenden Mastixkornes mit Rißlinien und körnig streifig erscheinenden Erstarrungsfiguren.

Die Bildung der »Gänsehaut« ist also eine Verwitterungserscheinung. Die periphere Partie dieser Harze bildet eine Verwitterungsschicht.

Solche Verwitterungsschichten kommen noch an anderen Harzen vor, sind aber erst mit der Lupe oder mit dem Mikroskope zu sehen, z. B. an Mastix und Sandarak (Fig. 35 und 36). Es treten dieselben in Form eines zarten Beschlages oder auch nur einer Trübung der Oberfläche dieser Harze auf. Man hat die Oberflächenbeschaffenheit dieser Harze früher schon beobachtet, glaubte aber, daß sie dadurch zustande kommt,

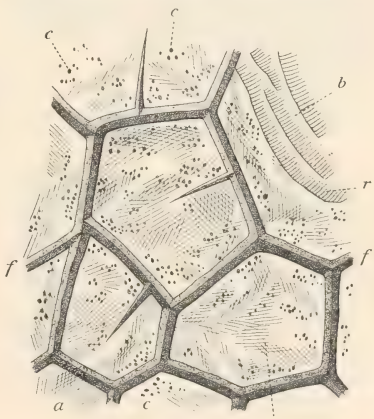


Fig. 36. Vergr. 30 mal. Natürliche Oberfläche (Oberflächenschicht) eines Mastixkornes mit stark entwickelter Verwitterungsschicht. Die netzförmig angeordnet, auf der Oberfläche der Facetten feine, sich häufig kreuzende Linien, welche teils Erstarrungsfiguren, teils Rißlinien darstellen, aber bei dieser Vergrößerung nicht unterschieden werden können (s. Fig. 35). *b* Bruchfläche, senkrecht auf den auf den Zonen der Bruchfläche senkrecht stehenden (radial verlaufenden) Rißlinien *r*. *f f* Furchen zwischen den Facetten *c* durch Abreibung entstandene Körnchen des Mastix.

daß die einzelnen Harzkörner sich gegenseitig abreiben. Bei weicheren Harzen, z. B. Dammar, tritt eine solche Abreibung allerdings auch auf, ist aber eine sekundäre Erscheinung, welche mit der Bildung der »Verwitterungsschicht« nicht verwechselt werden darf.

Spätere Untersuchungen[1]), welche ich über die natürliche Oberflächenbeschaffenheit der Harze anstellte, haben gezeigt, daß man bei der Entstehung der Oberflächenschicht der Harze zwei Prozesse auseinanderhalten muß: 1. die Bildung der Oberflächenform infolge der Erstarrung der Harze, und 2. die Bildung der Verwitterungsschicht. Die Oberflächenschicht eines an der Luft erstarrenden Harzes (z. B. eines Mastix- oder Sandarak-Tropfens) zeigt anfänglich bloß Erstarrungs- und später erst Verwitterungsformen. Wenn aber ein erstarrtes Harzkorn aufgebrochen wird, so bildet dasselbe auf der Bruchfläche bloß Verwitterungsformen. Deshalb läßt sich die natürliche Oberfläche eines Harzes von der durch Bruch entstandenen leicht unterscheiden, weil die Verwitterungsgestalten von den Erstarrungsgestalten verschieden sind, wozu noch kommt, daß die freie Bruchfläche eines Harzes stets von radial verlaufenden Sprunglinien durchsetzt ist (Fig. 36, *b*).

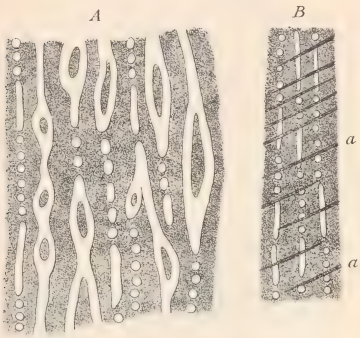


Fig. 37. Vergr. 400 mal. Oberflächenschicht eines Mastixkornes. *A* Erstarrungsfigur. *B* Erstarrungsfigur von Rißlinien *a* durchkreuzt (Verwitterung).

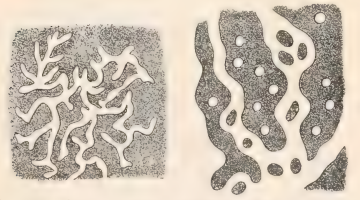


Fig. 38. Vergr. 400 mal. Erstarrungsfiguren auf der natürlichen Oberfläche des Dammars (dieselben sind mit kleinen Bruchkörnchen des Harzes teilweise bedeckt; diese Bruchkörnchen wurden weggelassen).

Die Erstarrungsformen, welche an der Oberfläche der Harze entstehen, sind erhaben und bestehen aus kleinen Körnchen, welche in Reihen angeordnet sind und entweder longitudinal oder auch seitlich verschmelzen, wodurch die Oberfläche solcher Harze mit Wülsten oder mit einem Netzwerke überspannt erscheint. Die Verwitterung bringt

1) Wiesner, Über die natürliche Oberflächenbeschaffenheit der Harze. Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1899, p. 385 ff.

aber immer Verwitterungslinien hervor: Klüfte, Sprünge, Risse, die aber immer vertieft sind.

Betrachtet man die Oberflächenschicht eines natürlich begrenzten Harzkorns mit der Lupe oder bei schwacher Mikroskopvergrößerung, so erhält man ein sehr unklares Bild: man sieht eine Menge sich kreuzender Linien. Wenn man aber diese Oberflächenschicht bei etwa 200maliger Vergrößerung ansieht, so kann man stets die Erstarrungsfiguren von den Verwitterungsfiguren unterscheiden. Hat man eine lange der Luft ausgesetzt gewesene Bruchfläche eines Harzes vor sich, so erkennt man nichts, als vertiefte Linien: 1. die sehr auffallenden, beim Bruche erfolgten radial verlaufenden Sprunglinien, und 2. die später erschienenen, durch Verwitterung entstandenen Spalten und Rißlinien,

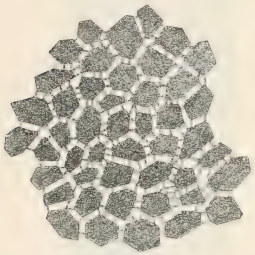


Fig. 39. Vergr. 200 mal. Abdruck der oberen Oberhaut des Blattes von *Pistacia lentiscus* auf einem Mastixkorn. Tiefe Einstellung

Fig. 40. Vergr. 200 mal. Abdruck der oberen Oberhaut des Blattes von *Pistacia lent.* auf einem Mastixkorn. Hohe Einstellung.

die entweder unregelmäßig vereinzelt liegen oder verästelt sind, sich aber auch wie beim Kopal zu Facetten vereinigen können.

Man kann auf folgende einfache Weise sowohl die Entstehung der Erstarrungs-, als auch der Verwitterungsfiguren verfolgen. Behandelt man auf dem Objektträger ein natürlich begrenztes Harzkorn, das mit einer Oberflächenschicht versehen ist, mit einem Tropfen absoluten Alkohol, so wird das Harzkorn mit einemmal glashell und durchsichtig, indem die Oberflächenschicht sich auflöste und mit dem übrigen Harzkorn zu einer gleichmäßigen, klaren Masse verschmolz. Tage-, ja wochenlang hält sich ein solches Harzkorn klar und durchsichtig. Dann belegt es sich ganz allmählich mit einer zarten, das Harzkorn oberflächlich trübenden Haut und viel später bildet sich erst eine Oberflächenschicht, wie eine solche an den natürlichen Harzkörnern vorkommt, aus. Man kann nun unter dem Mikroskope zuerst das Auftreten der erhabenen Erstarrungsfiguren und später das Auftreten der aus Rissen, Klüften und Spalten bestehenden Verwitterungsfiguren beobachten.

Noch sei bemerkt, daß an abgeflachten natürlichen Begrenzungsflächen der Harzkörner bei mikroskopischer Betrachtung manchmal ein prachtvoller Abdruck von pflanzlichen Oberhäuten zu erkennen ist, welcher dadurch zustande kam, daß der Harztropfen auf Blättern erstarrte. Bei Gelegenheit meiner Studien über die Oberflächenbeschaffenheit der Mastixkörner habe ich oftmals Oberhautabdrücke von prachtvoller Reinheit gesehen (Fig. 39 und 40). Ich komme unten bei Mastix auf diese merkwürdige Skulptur noch zurück. — Das Röhrengummigutt zeigt einen Abdruck der inneren Skulptur des Bambusrohres (Fig. 41), welches zum

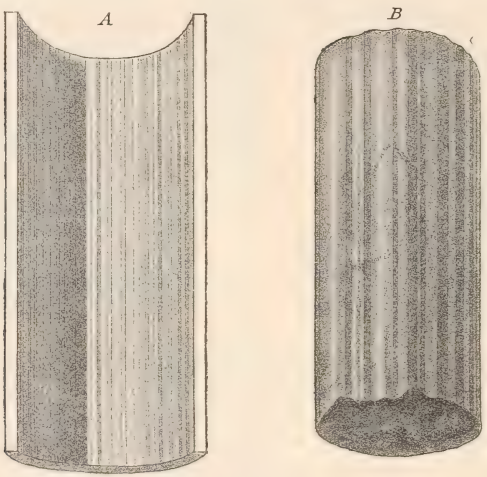


Fig. 41. Natürliche Größe. *A* Bambusrohr, halbiert, um die Skulptur der Innenseite zu zeigen. *B* Röhrengummigutt mit dem Abdruck der Innenfläche des Bambusrohres.

Auffangen des Gummiharzsaftes der *Garcinia* behufs Gewinnung dieser Sorte von Gummigutt benutzt wird. Beim längeren Liegen an der Luft überzieht sich jede Gummiguttsorte mit einer grünlichen Verwitterungsschicht.

Strukturverhältnisse. Kein aus der Pflanze hervortretendes Harz ist ein chemisches Individuum, vielmehr jedes ein Gemenge verschiedener chemischer Spezies und häufig ein kompliziertes Stoffgemenge.

Im morphologischen Charakter der Harze prägt sich diese chemische Konstitution gewöhnlich nicht aus, denn häufig erscheinen sie völlig homogen, so z. B. Mastix, Sandarak oder Dammar, welche durchsichtige, glasartige Massen bilden, in denen man selbst bei den stärksten Mikroskopvergrößerungen keine morphologische Diskontinuität wahrzunehmen imstande ist.

Indes kann eine solche manchmal zustande kommen, wenn ein Teil des Harzes amorph, ein anderer kristallisiert ist. So z. B. beim gemeinen Harz der Koniferen. Betrachtet man ein Fichten- oder Föhrenharz im Mikroskope, so erkennt man eine amorphe Grundsubstanz, in welche die Abietinsäure in Form von Kristallen oder Kristallaggregaten eingebettet ist. Durch Einwirkung von Alkohol oder Terpentinöl treten die Kristalle oder die Kristallaggregate noch deutlicher hervor. Merkwürdig ist das Verhalten der Elemiharze, welche in erstarrtem Zustande sehr reich an kristallisierter Substanz sind. Bringt man einen Splitter eines solchen Harzes unter das Mikroskop, so erkennt man nichts von der kristallisierten Substanz; fügt man aber dem Splitter einen Tropfen Alkohol zu, so löst sich die amorphe Grundsubstanz auf, und der Rückstand ist überaus reich an nadelförmigen oder prismatischen Kristallen (Fig. 42). Der Grund dieses Verhaltens ist leicht einzusehen: es stimmt nämlich die kristallisierte mit der amorphen Substanz im Lichtbrechungsvermögen so nahe überein, daß es nicht zu einer optischen Differenzierung kommt[1]).

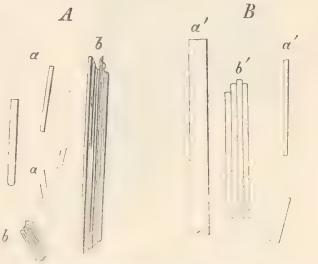


Fig. 42. Verr. 300mal. *A* Kristalle (*a*) und Kristallaggregate (*b*) des Elemi, nach Behandlung des Harzes mit Weingeist. *B* Kristalle (*a′*) und Kristallgruppen (*b′*) des Scammoniums, nach Behandlung des Harzes mit Weingeist.

Bei jenen Harzen, welche als Gummiharze bekannt sind, die ein Gemenge von harzartigen Substanzen und Gummi darstellen und häufig auch noch ätherische Öle enthalten, ist von vornherein eine Diskontinuität der Substanz oder, mit anderen Worten, eine optische Differenzierung dieser verschiedenen Körper vorauszusehen. Es sind aber in dieser Richtung fast noch keine Beobachtungen angestellt worden. Flückiger[2]) gibt an, daß die reinsten Körner der Asa foetida im Mikroskope gleichmäßig erscheinen. Ich kann diese Angabe des großen Pharmakognosten nicht bestätigen, wie ich weiter unten näher begründen werde. Ich selbst habe vor Jahren bezüglich des Gummigutt nachgewiesen[3]), daß dieses Gummiharz aus einer homogenen gummiartigen Grundmasse bestehe, in welche das Harz in Form kleiner kugelförmiger Körnchen eingebettet ist (s. Fig. 43). Bereitet man die bekanntlich zum Malen dienende Emulsion, indem man das Gummigutt mit Wasser anreibt, wobei das Gummi in Lösung geht, die Harzkörnchen aber in der Lösung

1) Wiesner, Gummi und Harze, p. 126.
2) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl. Berlin 1891, p. 58.
3) Wiesner, l. c., p. 98.

unverändert zurückbleiben, so sieht man unter Mikroskop eine Unmasse kleiner Körnchen — das ist eben das Harz des Gummigutt — in lebhaftester Molekularbewegung. Die Harzkörnchen erscheinen hier in jener Form, in welcher sie immer hervortreten, wenn eine Harzlösung mit einem Fällungsmittel, z. B. mit Wasser, zusammengebracht wird. Es scheidet sich eben das Harz in Form kleiner kugelförmiger Körperchen von nahezu gleicher Größe ab.

Auch die anderen Gummiharze haben eine dem Gummigutt ähnliche Struktur[1]). Zum richtigen Verständnisse dieser Strukturverhältnisse ist es aber notwendig, folgende Bemerkungen voranzuschicken.

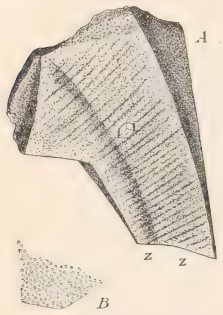


Fig. 43. *A* Vergr. 40 mal. Ein Splitter von Gummigutt in Olivenöl präpariert. Homogene (aus Gummi bestehende) Grundsubstanz mit eingebetteten Harzkörnchen. Die Zonen (*z, z*) der muscheligen Bruchfläche sind senkrecht von Streifen durchzogen, welche aus Rißlinien zusammengesetzt sind. In der Mitte der Grundsubstanz ein Kristall von Kalkoxalat *B* Vergr. 300 mal. Ein Splitter von Gummigutt in Olivenöl präpariert, um die Harzkörnchen deutlich hervortreten zu lassen.

Alle Gummiarten, welche sich nach ihren Eigenschaften dem Akaziengummi oder dem Kirschgummi anschließen, haben einen muscheligen Bruch. Betrachtet man eine solche Bruchfläche unter Mikroskop, so erscheint dieselbe von radialen Rissen reichlich durchsetzt (s. Fig. 9, p. 57). Selbst an kleinen Splittern ist das Auftreten der radialen Rißlinien noch sehr deutlich wahrzunehmen. Stellt man das Gummi der Gummiharze dar, indem man es von den harzigen Bestandteilen trennt, so verhält es sich in Bezug auf Bruch und Rißlinien, wie die genannten Gummiarten. Ist dieses Gummi aber, wie in dem Gummigutt, von Harzkörnern erfüllt, so sind diese Rißlinien entweder gar nicht zu beobachten oder sie erscheinen nicht in jenen scharfen, radial verlaufenden Linien, wie im harzfreien Gummi. Wenn hingegen in einem Gummiharz harzfreie Stellen auftreten, so geben sich dieselben sofort an den charakteristischen Rißlinien zu erkennen, wie ich weiter unten zeigen werde.

In Bezug auf Gummigutt habe ich den schon früher angeführten, auf die Struktur bezüglichen Daten nur zuzufügen, daß die Harzkörnchen in der gummiartigen Grundmasse so reichlich auftreten, daß die Rißlinien nur sehr undeutlich sichtbar werden. Durch die Zonen der muscheligen Bruchfläche ziehen hier und dort wellig verlaufende Riß-

1) Über die Struktur der Gummiharze s. Wiesner, Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1899, p. 425 ff.

linien, die auch zu kleinen Gruppen vereinigt sind, welche in Form von radialen, seitlich undeutlich begrenzten Bändern verlaufen (Fig. 43). Sehr schön erkennt man die körnige Einbettung des Harzes an in fettes Öl eingelegten Splittern. In demselben treten manchmal deutliche isolierte monokline Kristalle auf, welche aus oxalsaurem Kalk bestehen.

Ganz anders ist das Bild von Splittern der Asa foetida. In denselben finden sich beträchtliche Strecken vor, welche bloß aus Gummi bestehen. In Öl eingebettet, bleiben dieselben unverändert und sind an den radialen Rißlinien sofort zu erkennen. Die übrige Partie hat etwa den morphologischen Charakter des Gummigutts, jedoch mit dem Unterschiede, daß in die gummiartige Masse nicht nur Harzkörnchen, sondern auch kleine Tröpfchen von ätherischem Öle eingebettet sind. Die Harzkörnchen sind teils kugelig, teils unregelmäßig gestaltet. Die unregelmäßig gestalteten Körnchen scheinen aus Tröpfchen sich abgeschieden zu haben, welche das Harz aufgelöst enthielten. In Wasser löst sich das Gummi auf, Harz und ätherisches Öl bleiben zurück, eine Emulsion bildend. Tröpfchen und Körnchen befinden sich in dieser Emulsion in Molekularbewegung, welche mir aber nicht so lebhaft, wie die der Harzkörnchen einer Gummiguttemulsion erscheint. Flückigers Beobachtung, daß die Körner der Asa foetida im Mikroskope homogen erscheinen, kann ich nicht bestätigen. Ich finde immer die oben geschilderte Struktur und meine, daß Flückiger zufällig Splitter gesehen hat, welche nur aus der gummiartigen Grundmasse zusammengesetzt waren.

Diese beiden eben vorgeführten Gummiharze bilden jene Typen, nach welchen alle Gummiharze, wenigstens die von mir untersuchten, zusammengesetzt sind.

Zu dem Typus Gummigutt gehören noch Ammoniak und Galbanum. Dieser Typus ist dadurch charakterisiert, daß keine harz- und ölfreien Gummimassen vorhanden sind. Harzkörnchen und Öltröpfchen verhalten sich indes in morphologischer Beziehung bei Ammoniak und Galbanum so wie bei Asa foetida.

Zu dem Typus Asa foetida gehören hingegen Olibanum und Myrrhe. Dieser Typus ist dadurch ausgezeichnet, daß harz- und ölfreie Gummimassen in dem Gummiharze auftreten. Besondere weite harz- und ölfreie Strecken sind in dem von mir untersuchten arabischen Olibanum zu beobachten.

Was das Olibanum (Weihrauch) anbelangt, so hatte ich Gelegenheit, jenes noch ganz frische, zum Teil noch halbweiche Material zu untersuchen, welches bei der österreichischen Expedition nach Südarabien (Winter 1898—99) von Herrn Prof. Simony gesammelt wurde. Das Material kam ganz frisch an, da es gleich nach der Einsammlung in verlöteten Blechbüchsen geborgen wurde.

Dieses Olibanum ist eine Emulsion einer halberstarrten gummiartigen Grundmasse, in welcher große Tropfen ätherischen Öls, welche das Harz in Lösung halten, eingebettet sind. An den schon erstarrten Teilen erkennt man teils harzfreies Gummi, teils Gummimassen, welche von Harzkörnchen und Öltröpfchen durchsetzt sind. Altes arabisches Olibanum (vom Jahre 1868) besteht zum Teil aus harzfreien Gummipartien, zum Teil aus Gummimassen, welche dicht und fast gleichmäßig mit Harzkörnchen erfüllt sind. Mit Wasser behandelt, geht das Gummi in Lösung und man erhält eine Emulsion, welche aus kleinen, verschieden geformten Harzkörnchen besteht. —

Bei mikroskopischer Untersuchung erkennt man in manchen Harzen Reste organischer Struktur, welche sich entweder aus der Entstehung erklären (z. B. beim roten Xanthorrhoeaharz; s. unten in dem Paragraphen »Entstehung der Harze in den Geweben der Pflanze«), oder es sind organische Beimengungen, welche bei der Gewinnungsweise in das Harz hineingerieten.

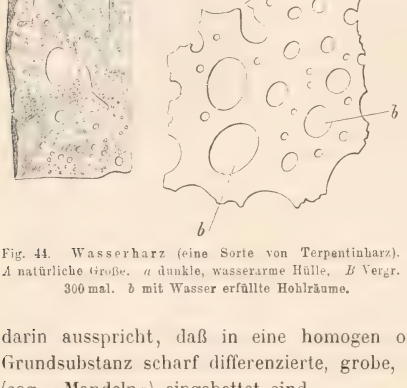


Fig. 44. Wasserharz (eine Sorte von Terpentinharz). *A* natürliche Größe. *a* dunkle, wasserarme Hülle. *B* Vergr. 360 mal. *b* mit Wasser erfüllte Hohlräume.

Von gröberen Strukturverhältnissen der Harze sei hier genannt die sog. »Mandelstruktur« von Benzoë, gelbem Akaroidharz und anderen Harzen und Gummiharzen, welche sich darin ausspricht, daß in eine homogen oder feinkörnig erscheinende Grundsubstanz scharf differenzierte, grobe, gewöhnlich rundliche Massen (sog. »Mandeln«) eingebettet sind.

An manchen Harzen kommen infolge der Gewinnungsweise bezeichnende Strukturen zustande. So z. B. bei jener Sorte des gemeinen Harzes, welche man Wasserharz genannt hat, das mit fein verteilten, erst mikroskopisch nachweisbaren Wassertröpfchen durchsetzt ist. Diese Wassertröpfchen erscheinen in kleinen runden Hohlräumen des sonst homogen erscheinenden Harzes. Liegen die Stücke des Wasserharzes an der Luft, so verschwinden oberflächlich die Wassertröpfchen, wobei das im wasserhaltigen Zustande weiß gefärbt erscheinende Harz von einer tiefbraunen Schicht überdeckt ist (Fig. 44).

Der gesponnene Schellack zeigt infolge seiner Darstellungsweise eine feinfaserige Struktur, welche schon mit freiem Auge sichtbar ist.

Das Lichtbrechungsvermögen der Harze bietet nur selten Anhaltspunkte für deren Charakteristik dar. Alle Bestandteile der Harze — natürlich abgesehen von den kristallisierten Anteilen — erscheinen nicht nur, sondern sind auch, im polarisierten Lichte gesehen, einfach lichtbrechend. Jene bei Gummiarten infolge von Spannungsunterschieden so häufig zutreffende Form der Doppelbrechung ist bis jetzt noch an keinem Harze gesehen worden. — Die Brechungsindizes der Balsame können zu deren Charakteristik mit Vorteil benutzt werden. Es stimmt beispielsweise der Mekkabalsam im Brechungsindex so nahe mit der Kartoffelstärke überein, daß dieser Körper, in dem genannten Balsam sorgfältig verteilt, bei Betrachtung im Mikroskope fast verschwindet, nämlich nur bei starker Abblendung mit matten Konturen erscheint und eben noch gesehen wird. Verfälschungen des Mekkabalsams mit fetten Ölen und anderen Balsamen können durch Kartoffelstärke aufgedeckt werden.

Die Farbe der Harze ist für manche Arten bezeichnend, so die gelbe, ins Leberbraune geneigte Farbe des Gummigutt, die rote Farbe des Drachenbluts und des roten Xanthorrhoeaharzes, die weiße Farbe der Siambenzoe und des Gommartharzes, die schwarze Farbe einiger Kolophoniumsorten usw. Manche Harze sind farblos. Meist liegt ihre Farbe zwischen gelb und braun. Selten ist die Farbe der Harze eine grüne oder grünliche, z. B. bei manchen Mastixsorten lichtgrünlich, bei einigen Sorten von brasilianischem Kopal buteillengrün. Man hat die bei manchen Sorten von Mastix auftretende grünliche Farbe auf Chlorophyll zurückzuführen versucht (Flückiger). Wie ich finde, zeigen aber die alkoholischen Lösungen der grünen Harze weder die charakteristische Fluoreszenz, noch das charakteristische Absorptionsspektrum des Chlorophylles; es kann also die grüne Farbe nicht auf Chlorophyll zurückgeführt werden.

Das sogenannte Wasserharz, ein Fichtenharz, welches liquides Wasser eingeschlossen enthält, ist weiß, wird aber beim Liegen, wie schon oben bemerkt, durch Wasserverlust von der Oberfläche aus gelblich bis braun. Das Kolophonium wird desto mehr geschätzt, je lichter seine Farbe ist. Es ist nun bemerkenswert, daß jedes Kolophonium beim Liegen an der Luft dunkler wird, und zwar haben die Untersuchungen von Labatut[1]) gezeigt, daß die Ursache des Dunklerwerdens ein Oxydationsprozeß ist. Das Dunklerwerden des Kolophoniums an der Luft ist mit einer Gewichtsvermehrung verbunden, welche sich als Folge der Oxydation darstellt.

1) Labatut, Sur la coloration de la Colophon. Soc. de sc. physiques et natur. Bordeaux 1903.

In Bezug auf Durchsichtigkeit zeigen die Harze ein sehr verschiedenes Verhalten. Manche erscheinen glasartig durchsichtig (einige Kopale), andere völlig undurchsichtig (Xanthorrhoeaharze, Drachenblut). Meist sind sie für das freie Auge bloß durchscheinend. Mikroskopische Splitter, selbst der völlig undurchsichtig erscheinenden, sind stets zum mindesten durchscheinend und lassen das Licht oft mit anderen Farben durchfallen, als ihrer Massenfärbung eigen ist. So sind z. B. kleine mikroskopische Splitter von rotem Xanthorrhoeaharz rubinrot, makroskopische hingegen goldgelb.

Der Glanz der meisten Harze gleicht dem des Glases. Doch kommt auch Fett-, Wachsglanz und Glanzlosigkeit vor. Es sind z. B. die sogenannten Mandeln der Benzoë wachsglänzend, mindere Sorten von Benzoe und Drachenblut fettglänzend, einige Elemiharze völlig glanzlos.

Die Härte der meisten Harze liegt zwischen der des Gipses und Steinsalzes. Nur die besten Kopale sind noch härter als Steinsalz. Für die Unterscheidung der Kopale ist die Härte ein wichtiges Kennzeichen.

Der Bruch der Harze ist meist glasartig und dann oft muschelig. Betrachtet man die muschelige Bruchfläche unter Mikroskop, so erscheint sie von radial verlaufenden Rissen durchsetzt, welche bei manchen Harzen rein und scharf geradlinig sind, bei anderen sich als Linien darstellen, welche unter spitzen Winkeln am Ende sich gabeln. Bei anderen Harzen kommt ebener, körniger, erdiger oder splitteriger Bruch vor. Die Siambenzoe bricht eben, die Kopale, Mastix und Sandarak brechen muschelig, die besten Sorten von Drachenblut körnig, schlechte Sorten erdig; rotes Akaroidharz bricht splitterig, usw. Da keines der Harze auch nur die geringste Art von Spaltbarkeit — im Sinne der Mineralogen — zeigt, so tritt die Art des Bruches stets deutlich hervor.

Die Dichte ist für gewisse Harze ein Unterscheidungsmerkmal, z. B. für manche Kopale. Im allgemeinen differiert die Dichte der Harze nur wenig von der Dichte des Wassers. Nur die Gummiharze haben stets eine auffällig größere Dichte, z. B. Asa foetida 1,3. Auch die Dichte der Balsame nähert sich sehr der des Wassers.

Tenazität. Die Mehrzahl der Harze ist spröde; manche sind milde (Stocklack und der daraus dargestellte Schellack), manche geschmeidig (Elemiharze). Den Grad der Sprödigkeit kann man dadurch ermitteln, daß man die Oberfläche eines zu untersuchenden Harzstückes mit einer Nadel ritzt. Die sprödesten zeigen splitterige, die am wenigsten spröden dem freien Auge glatt erscheinende Strichlinien.

Strich. Die meisten farblosen und gefärbten Harze haben einen weißen Strich, indes auch manche dunkel gefärbte Harze, z. B. Kolophonien. Einige wenige der Hauptmasse nach aus farbigen chemischen

Individuen bestehende Harze zeigen einen gefärbten Strich, wie Drachenblut, Xanthorrhoeaharze u. m. a.

Molekularbewegung. Manche Harze lassen, in Wasser fein verteilt, eine sehr lebhafte, andere eine träge Molekularbewegung erkennen. Die ausgezeichnetste Molekularbewegung, die man überhaupt sehen kann, zeigen die kleinen Harzkörnchen des Gummigutt. Kopalpulver bewegt sich hingegen, in Wasser verteilt, nur sehr träge.

Einige Harze haben einen ausgesprochenen Geruch und Geschmack, der für die betreffenden Harze meist charakteristisch ist. Es sei hier an Asa foetida und an Galbanum erinnert. Kauriekopal unterscheidet sich durch seinen charakteristischen balsamischen Geruch, der besonders deutlich beim Reiben auf der Handfläche hervortritt, von zahlreichen anderen Kopalen, die zum Teil geruchlos sind, zum Teil einen anderen Geruch besitzen.

Löslichkeitsverhältnisse. Die einzelnen Harze und deren harzige Bestandteile bieten gegenüber den verschiedenen Lösungsmitteln: Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, Kajeputöl, Benzol, Petroläther, Azeton, usw. ein verschiedenes Verhalten dar, wodurch viele Anhaltspunkte zur Charakterisierung und Unterscheidung der natürlichen Harze gewonnen werden.

Bemerkenswert ist das Verhalten der Harze gegen wässerige Chloralhydratlösungen, worüber in neuerer Zeit eingehende Untersuchungen angestellt wurden[1]). Die Harze sind entweder in dem genannten Mittel vollkommen löslich (z. B. Kolophonium und überhaupt alle rezenten Koniferenharze) oder quellen bloß auf (Dammar) oder bleiben unverändert (beste Kopalsorten und Bernstein). Sehr merkwürdig ist das Verhalten der Gummiharze dem Chloralhydrat gegenüber. Während man bisher nur Mittel kannte, welche Harze lösen und Gummi ungelöst lassen oder die umgekehrte Wirkung hervorbringen, ist im Chloralhydrat (60prozentige Lösung) ein Mittel gefunden, welches sowohl das Harz als das Gummi der Gummiharze in Lösung bringt.

Die Schmelzpunkte sind für die Arten der Harze und manchmal sogar für die Sorten eines bestimmten Harzes charakteristisch. Die Siambenzoe schmilzt schon bei 75° C, die härtesten Kopalsorten angeblich erst bei 360° C. (Vgl. unten: Schmelzpunkte der Kopale.)

Trübungen der Harze haben ihren Grund im Auftreten kleiner kugeliger Hohlräumchen, welche entweder mit Flüssigkeiten (Wasser im sog. Wasserharz) oder, und dies ist der gewöhnliche Fall, mit Luft gefüllt sind.

---

1) R. Mauch, Über physikalisch-chemische Eigenschaften des Chloralhydrates. Inauguraldissertation. Straßburg 1898.

Organische Einschlüsse der Harze. Die Harze sind viel reicher an organischen Einschlüssen als gewöhnlich angenommen wird. Meist sind nämlich die in Harzen auftretenden organischen Gewebe erst durch das Mikroskop nachweisbar. Abgesehen von Rinden- und Holzstückchen der Stammpflanze, welche häufig in die Harzmasse hineingeraten, findet man in sehr vielen dieser Körper pflanzliche Gewebe eingeschlossen, welche entweder mit der Entstehung der Harze im Zusammenhange stehen, oder doch ständige Begleiter derselben sind. Die Kenntnis dieser organischen Reste in den Harzen ist oft von Wichtigkeit, nicht nur weil die im Harze liegenden mehr oder minder stark zerstörten Gewebe für die Aufstellung ihrer Charakteristik manchmal von Wert sind, sondern weil diese Einschlüsse dazu dienen können, die Abstammung und Entstehung der Harze ausfindig zu machen.

Manche Harze, und zwar alle diejenigen, welche durch chemische Metamorphose aus ganzen Zellgeweben entstanden sind, führen noch Gewebsreste, z. B. Drachenblut, Xanthorrhoeaharze usw. Solche Harze sind desto wertvoller, je vollständiger die Harzmetamorphose um sich gegriffen hat, also je geringer die unverharzten oder unvollständig in Harz umgesetzten Gewebe sind. Das rote Xanthorrhoeaharz läßt stets noch makroskopisch zwischen den verharzten Massen unverharzte Gewebe erkennen (Fig. 33).

Auch solche organische Einschlüsse, welche nicht von den harzbildenden Organen der Stammpflanzen herrühren, kommen in manchen Harzen vor, z. B. eingewanderte Pilze, Pilzsporen. So ist z. B. die zarte grüne Kruste, welche ältere Stücke von Gummigutt bedeckt, von zarten Pilzmyzelien durchzogen. Auch haften am Röhrengummigutt manchmal zarte Gewebsreste des Bambusrohres an, welche mit Pilzmyzelien, zumeist von *Penicillium glaucum,* durchsetzt sind.

Verteilung des Harzes im Körper der harzliefernden Gewächse. Die Verteilung des Harzes im Körper der harzliefernden Gewächse ist selbstverständlich vom anatomischen Baue der letzteren abhängig und ist häufig äußerlich nicht festzustellen. Doch ergeben sich rücksichtlich der Nadelbäume einige zutreffende Regeln über die Verteilung des Harzes in den Organen dieser Gewächse, welche H. Mayr[1]) als »Gesetze der Harzverteilung« zusammengefaßt hat und die weiter unten bei Besprechung des Terpentins vorgeführt werden sollen, und es sei hier nur bemerkt, daß die größte Menge des Harzes der Nadelbäume in der Wurzel, die geringste im astlos gewordenen Stamme vorkommt.

Entstehung der Harze in den Geweben der Pflanzen. Die in der Pflanze stattfindende Entstehung der Harze bildet einen ver-

1) H. Mayr, Das Harz der Nadelbäume. Berlin 1894.

wickelten und schwierigen Gegenstand, auf welchen hier nur insoweit eingegangen werden soll, als die Kenntnis der Genesis der Harze doch manches dazu beiträgt, die Natur dieser Körper verstehen zu lernen, u. a. einige Eigenschaften der Harze durch Beachtung mancher Momente ihrer Bildung in den Pflanzengeweben begreiflich zu machen.

Vor allem deutet die ungemein verschiedenartige und in den meisten Fällen sehr komplizierte Zusammensetzung der Harze darauf hin, daß ihre Entstehung im Innern der Pflanze nicht immer in der gleichen Weise erfolge. Die vorgefaßte Meinung, daß alle Harze in gleicher Weise entstehen, hat viel dazu beigetragen, die Entstehungsgeschichte dieser Körper zu verdunkeln.

Die Frage, ob die Harzlösungen die lebende oder überhaupt die wasserhaltige Membran der Pflanzengewebe durchdringen könne, hat, wie Tschirch[1]) sehr richtig bemerkt, die Forscher in zwei Lager gespalten. Die einen bejahten diese Frage und glaubten dadurch die Anschauung befestigen zu können, daß die Harze stets im Innern der Pflanzenzellen entstehen müßten, die anderen verneinten diese Frage und meinten, daß nur durch direkte chemische Metamorphose der Zellhäute in der Pflanze sich Harze zu bilden vermögen. Wie Tschirch[1]) sehr treffend sagt, liegt die Wahrheit in der Mitte. Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die von Wigand, mir, Moeller u. a. aufgefundene Tatsache: Membranen von Pflanzengeweben können bei der Harzbildung vollkommen verschwinden, so daß keine Spur von Zellulose in dem neuen Produkt mehr vorhanden ist, mithin chemisch umgewandelte Hautsubstanzen in die gebildete Harzmasse eingetreten sein müssen, ihre Richtigkeit hat. Man darf aber nicht glauben, daß die Bestandteile der Harze stets aus der Membran durch chemische Umgestaltung hervorgehen[2]).

Durch die Untersuchungen von Tschirch, welcher nachwies, daß Harzlösungen die Membran nicht durchsetzen können, ist es sehr wahrscheinlich geworden, daß die Entstehung des Harzes in einem Teil der Membran der Zellen stattfindet, welche einen schleimigen Charakter hat und den er mit dem Namen »resinogene Schicht« bezeichnet. Wenn Gummiharze gebildet werden, so entsteht nicht nur das Harz, sondern auch das Gummi in dieser Schicht. Entsteht das Harz im Bereiche einer Zelle, so gehört die resinogene Schicht der Membran dieser Zelle

1) Tschirch, Die Harze und Harzbehälter. Leipzig 1900, p. 394.

2) Durch die Untersuchungen von Tschirch (Harze und Harzbehälter, Bd. II, 2. Aufl., 1906, I, p. 1187) ist nachgewiesen worden, daß in seltenen Fällen auch die Membran allein das ganze Material zur Harzbildung hergeben könne. Tschirch konstatiert einen solchen Fall bei der in den Fruchtträgern von *Polyporus officinalis* vor sich gehenden Entstehung des Agaricusharzes.

an. Innerhalb dieser Zelle ist die resinogene Schicht vom Protoplasma getrennt. Erfolgt aber die Harzbildung in einem Harzkanal, so kleidet die resinogene Schicht diesen Harzkanal aus.

So wie in den natürlichen Gummiarten Enzyme vorkommen, die höchstwahrscheinlich bei der Entstehung des Gummi beteiligt sind[1]), so wurden auch in zahlreichen Gummiharzen von mir[2]) und später von Tschirch[3]) und anderen als Begleiter des Gummi Enzyme nachgewiesen. Einige dieser Enzyme verursachen die Blaufärbung zugesetzter Guajaktinktur, gehören deshalb in die Kategorie der Oxydasen. Tschirch (l. c., p. 884) hat die Vermutung ausgesprochen, daß in manchen Fällen auch Harzbildung unter dem Einflusse von Enzymen erfolgen könne.

Das durch Verwundung oder künstliche Verletzung der Pflanze entstehende Harz bezeichne ich mit Moeller als pathologisches Harz. Jenes Harz, welches in normalen lebenden Geweben gebildet wird und unter normalen Verhältnissen an den Erzeugungsstätten verharrt oder doch nicht nach außen abgeschieden wird, bezeichne ich als physiologisches Harz, z. B. das in Form von Körnchen in vielen Milchsäften auftretende Harz, oder jenes Harz, welches die Gefäße ausfüllt, um sie von der Saftleitung auszuschließen.

Tschirch unterscheidet primären und sekundären Harzfluß[4]). Ersterer tritt dann ein, wenn nach Verwundung von Ästen nur jenes Harz austritt, welches in den betreffenden Geweben bereits gebildet war. Durch solchen primären Harzfluß bildet sich nach Tschirch z. B. das Harz von Mastix und Sandarak. Der sekundäre Harzfluß tritt z. B. bei der gewöhnlichen Harzung der Koniferen auf, wenn also der Stamm in tiefgreifender Weise verletzt wird. Hier treten infolge der Verletzungen Veränderungen in der Gewebebildung ein, welche den starken Harzfluß zur Folge haben.

Nach Tschirch wäre nur das bei sekundärem Harzfluß entstehende Harz als pathologisches Harz aufzufassen, während das beim primären Harzfluß entstehende als physiologisches zu betrachten sei. Da aber primärer und sekundärer Harzfluß nicht streng zu trennen sind, sondern durch Übergänge verbunden sind, so scheint es mir zweckmäßiger, alle durch Verletzung entstandenen Harzbildungen als pathologisch zu betrachten. Es wird nämlich ebenso bei der Mastixbildung ein Teil des Harzes durch neuentstandene Gewebe abgeschieden, wie bei der Harzung

1) S. oben p. 85.

2) Über das Gummiferment. Sitzungsbericht der Wiener Akad. d. Wiss. Bd. 92 (1885). Daselbst der Nachweis, daß in der Myrrhe und in der Asa foetida eine Gummase vorkommt.

3) Tschirch, Harze und Harzbehälter. 2. Aufl., Bd. I (1906).

4) l. c., p. 7 und 1188.

der Nadelbäume doch auch ein Teil des schon im normalen Gewebe entstandenen Harzes zur Ausscheidung kommt.

Es sei hier noch die merkwürdige von J. Moeller entdeckte Tatsache erwähnt, daß in manchen im speziellen Teile näher zu besprechenden Fällen (z. B. bei der Entstehung des Storax) die Harzbildung erst durch Verletzung eingeleitet wird. Es gibt keine schlagenderen Fälle von pathologischer Harzbildung als diese. —

Die Harze und Gummiharze entstehen im Innern bestimmter Pflanzenorgane, entweder in ganz bestimmten Gewebsanteilen, oder in verschiedenen Geweben. So entsteht die Asa foetida, und wahrscheinlich

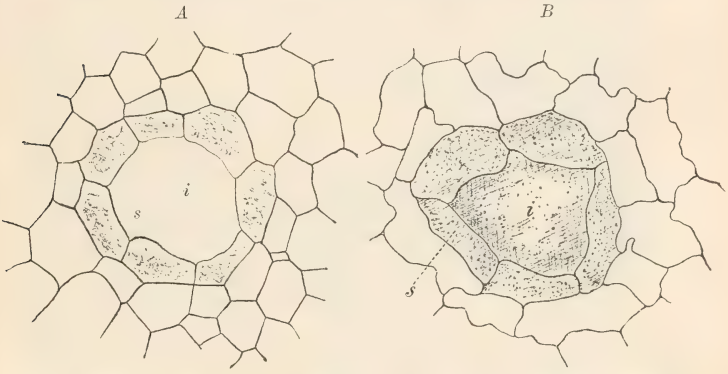


Fig. 45. *A* Schizogener Milchkanal aus der Wurzel von *Ferula tingitana*. *B* Milchkanal aus Wurzelstücken, die aus gewöhnlicher Asa foetida ausgelesen wurden. *i* sekretführender Interzellulargang, von Sezernierungszellen *s* umkleidet. (Nach Tschirch.)

gilt ein Gleiches für alle anderen Gummiharze der Umbelliferen (Galbanum, Ammoniakgummi usw.), in Milchsaftgängen (Gummiharzsaftgängen), und es werden die in diesen Gängen sich ansammelnden chemischen Individuen, welche an der Zusammensetzung dieser Gummiharze Anteil nehmen (Gummi, Harze, ätherische Öle usw.), in den diese Gänge auskleidenden Zellen (Sekretionszellen) erzeugt (Fig. 45). Bei jenen Dipterocarpeen, welche den Gurjunbalsam liefern, entsteht der auf künstlichen Anschnitt ausfließende Harzsaft im normalen Holzgewebe, desgleichen bei *Pinus*-Arten und *Larix*.

Hingegen habe ich für die Benzoe zuerst nachgewiesen[1]), daß es verschiedene, teils der Rinde, teils dem Holze angehörige Gewebe sind, welche an der Entstehung dieses Harzes Anteil nehmen. Den Pro-

1) Wiesner, Mikroskopische Untersuchungen. Stuttgart 1872, p. 87 ff.

zeß der Entstehung der Benzoe hat später Tschirch[1] näher verfolgt, wobei im wesentlichen das gleiche Resultat gefunden wurde. —

Wie wir gesehen haben, entsteht das Harz entweder in normalen Geweben oder in durch Verwundung hervorgerufenen pathologischen Geweben. Zu den schon vorgeführten Fällen von Harzbildung, welche von pathologischen Geweben ausgeht, sei hier das Überwallungsharz[2]

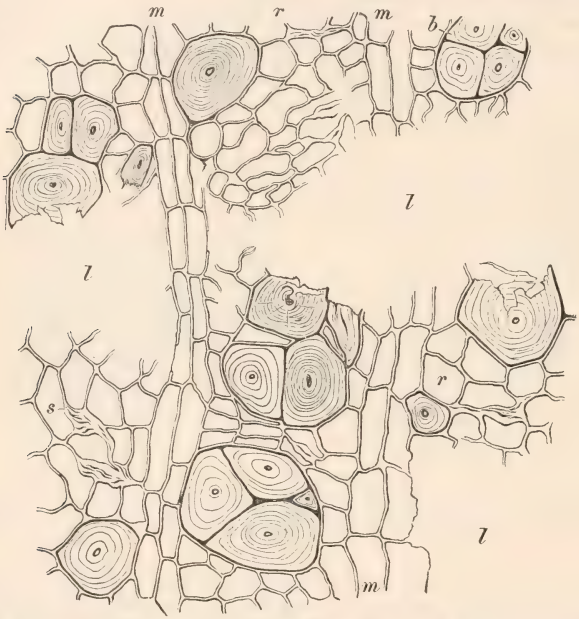


Fig. 46. Lysigene Harzhöhlen aus der Rinde von *Styrax Benzoin* nach Entfernung des Exkretes durch Alkohol. *m* Rindenstrahlen. *r* Phloëmparenchym. *b* Bastzellen. *s* obliterierte Siebbündel. *l* Harzlücken. (Nach Tschirch.)

der Koniferen genannt, welches von dem bei Stamm- oder Astüberwallungen gebildeten Narbengewebe produziert und ausgeschieden wird und das sich, wie wir sehen werden, sowohl in chemischer als in physikalischer Beziehung von dem gewöhnlichen Harz der betreffenden Bäume in der auffälligsten Weise unterscheidet.

In der Regel entstehen die Harze im Innern der Pflanze in schizogenen (Fig. 45) oder in lysigenen Interzellularen (Fig. 46). Die Storax-

1) Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie. Wien 1889, I, p. 515—516.
2) Wiesner, Gummi und Harze, p. 444 ff.

bildung hebt mit der Entstehung schizogener Interzellularen an, welcher alsbald lysigene nachfolgen. Diese interzellularen Bildungen (Harzgänge, Harzlücken) erscheinen im Gewebe entweder scharf begrenzt, wie jeder harzführende Markstrahl der Fichte oder der Kiefer lehrt, oder sie besitzen eine ganz unbestimmte Begrenzung (Fig. 46).

Die flüssigen Harzmassen, welche sich im Innern der Pflanzenorgane bilden, treten unter natürlichen Verhältnissen gewöhnlich nur in kleinen Mengen nach außen. Verwundung bedingt stets einen reichlicheren Austritt des Harzes und häufig auch eine stärkere Harzproduktion, worauf ja das in mannigfaltigster Weise betriebene »Harzen« beruht.

Es wird vielfach angegeben, daß die in den Milchgängen enthaltenen Gummiharzsäfte durchweg im Innern der diese Gänge begrenzenden sezernierenden Zellen entstanden seien; aber es ist durch Tschirch gezeigt worden, daß auch hier die Bildung in der Zellmembran, und zwar in der resinogenen Schicht, vor sich geht. Viele Harze bilden sich aus Gewebemassen unter Verflüssigung von Zellhäuten, und zwar derart, daß nicht nur der Zellinhalt, sondern auch die Zellmembranen dieser Gewebemassen an der Harzbildung Anteil nehmen. In manchen Fällen (Entstehung der Benzoë) werden hierbei die Membranen von außen nach innen aufgelöst. In anderen Fällen (Entstehung des Kopaivabalsams) ist der Prozeß ein umgekehrter: es bleiben die äußersten Zellhautschichten (gemeinschaftliche Außenhäute, die sog. Mittellamelle, von manchem Botaniker noch immer als Interzellularsubstanz bezeichnet) verhältnismäßig lange intakt zurück, bis auch sie, gleich allen anderen Zellmembranschichten, der Harzmetamorphose verfallen.

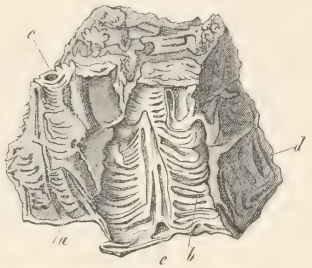


Fig. 47. Natürliche Größe. Rotes Akaroidharz aus Australien. *a* unterste, oxalsauren Kalk führende Gewebsschichten. *b* verharzte Gewebsschichten. *c* verharzte Gewebsstränge. *d* homogen erscheinendes Harz.

Vorwiegend parenchymatische, aber auch fibröse Elemente unterliegen der Verharzung. Welche Gewebe und Gewebsanteile in den einzelnen Fällen sich chemisch in Harz umsetzen, soll im speziellen Teile, so weit wir darüber unterrichtet sind, mitgeteilt werden. Dort folgen auch nähere Details sowohl über Vorkommen als über Entstehung der Harze in den Geweben.

Es sei hier nur noch bemerkt, daß in manchen Fällen schon der mit freiem Auge erkennbare morphologische Charakter des fertigen Harzes auf dessen Entstehung hinweist. Viele Stücke von rotem Xanthorrhoea-

harz zeigen schon makroskopisch das Entstehen desselben aus ganzen Gewebskomplexen durch chemische Metamorphose (s. Fig. 47). Genauer noch läßt sich diese Entstehung des roten Xanthorrhoeaharzes durch die mikroskopische Untersuchung erweisen. Man findet hierbei alle Übergänge von unverharzten bis völlig verharzten Gewebsbestandteilen stets vor, welche lehren, daß dieses Harz durch chemische Metamorphose ganzer, und zwar verschiedener Gewebe entstanden ist.

Die chemischen Vorgänge bei der Umwandlung der Gewebsbestandteile in Harz sind noch unaufgeklärt, und namentlich ist es derzeit noch ganz unverständlich, wie Zellulose und Stärke in Harzbestandteile sich umwandeln. An der Tatsache selbst ist nicht zu zweifeln. Man darf sich aber nicht die Vorstellung bilden, daß die Zellulose der Zellwand, oder die Stärkesubstanzen (α- und β-Amylose usw.) der Stärkekörner unmittelbar in Harz übergehen. Vielmehr sind bei dieser Harzmetamorphose Zwischenstufen anzunehmen. In dieser Beziehung ist es wohl bemerkenswert, daß von mehreren Forschern, unabhängig voneinander, das Auftreten von mehr oder minder großen Gerbstoffmengen als Vorstufe der Harzbildung in den Pflanzengeweben beobachtet wurden[1]). Es scheinen mithin Substanzen, welche die Reaktionen der Gerbstoffe zeigen, und die weder der Zellulose und der Stärke, noch den später gebildeten Harzen zukommen, wenigstens in manchen Fällen, die Zwischenglieder darzustellen, durch welche die Kohlenhydrate mit den Harzen bei Entstehung der letzteren aus den ersteren in den Pflanzengeweben verbunden sind.

Die Frage, ob die Harze stets aus Gerbstoffen hervorgehen, ist von Tschirch auf das bestimmteste verneint worden[2]). Hingegen gibt es nach seiner Auffassung gewisse nie fehlende Bestandteile bestimmter Harze, welche in genetischer Beziehung zu Körpern der Gerbstoffgruppe stehen. Es sind dies die Resinotannole und deren Arten (von Tschirch Resene genannt), welche sich u. a. in der Summatrabenzoë, in der Siambenzoë, im Perubalsam, im gelben und roten Akaroidharz finden.

---

1) Wiesner, Über Entstehung des Harzes in Pflanzenzellen. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Bd. LI (1865). Ich habe zuerst auf Grund von auf mikroskopischen Untersuchungen beruhenden Beobachtungen den Gedanken ausgesprochen, es könnten die Gerbstoffe mit den Harzen genetisch verbunden sein, in dem Sinne, daß die Gerbstoffe eine Vorstufe der Harzbildung repräsentieren und es ist später von Hlasiwetz gezeigt worden, daß gewisse Bestandteile der Harze aus Körpern der Gerbstoffgruppe hervorgehen.

Über die Beziehung der Stärke zur Entstehung von Gerbstoffen und Harzen s. auch Heckel und Schlagdenhauffen, Compt. rend. CXIV (1892), p. 1291.

2) l. c., p. 375.

II. Chemische Charakteristik der Harze.

Die Körper, die man nach allgemeiner Übereinkunft als Harze anspricht, sind in der Regel sehr komplizierte Stoffgemenge. Die Entstehungsweise dieser Körper, welche früher schon vom pflanzenanatomischen Standpunkte aus kurz geschildert wurde, läßt es auch nicht anders erwarten. Es verfallen oft ganze Pflanzengewebe durch regressive Metamorphose in harzige Massen. Bei der komplizierten chemischen Konstitution der Pflanzengewebe ist aber schon von vornherein klar, daß eben nicht alle diese, in chemischer Beziehung stets so verschiedenen Körper gerade sich in Harze umsetzen, sondern daß auch andere Substanzen, die in keinerlei Richtung mit den Harzen übereinstimmen, gleichzeitig gebildet werden und sich den Harzen einfach beimengen, und andererseits manche chemische Individuen der Pflanzengewebe in die Metamorphose gar nicht hineingezogen werden und gewissermaßen als Reste in dem zum größten Teile in Harz verwandelten Gewebe zurückbleiben. Manche Harze sind nicht unmittelbare Erzeugnisse der Pflanzengewebe, sondern gehen aus flüssigen, von den Pflanzen ausgeschiedenen Stoffen, durch Verharzung an der Luft, hervor.

Die Literatur der Harze ist reich an Angaben über wohlcharakterisierte Bestandteile, die aus den Harzen isoliert wurden, die sich aber zumeist nur in geringen Mengen in den genannten Sekreten vorfinden. Die Hauptmasse der Harze wurde gewöhnlich nicht in den Kreis chemischer Untersuchung gezogen, sondern man begnügte sich, dieselbe durch sukzessive Anwendung verschiedener Lösungsmittel zu fraktionieren, und gelangte dadurch zu den sogenannten α-, β-, γ-Harzen, die aber keine Individuen darstellten.

Da es durch Anwendung von Lösungsmitteln nicht gelingen wollte, die Harze in chemische Individuen zu zerlegen, haben Hlasiwetz und Barth einen neuen Weg eingeschlagen, um die chemisch verwandten Harze kennen zu lernen. Sie unterwarfen die natürlichen Harze einer gemeinsamen Zersetzungsoperation, nämlich einer Oxydation durch schmelzendes Kalihydrat. Durch das Studium der erhaltenen Zersetzungsprodukte gelang es den genannten Forschern in der Tat, für zahlreiche Harze eine Gemeinsamkeit der chemischen Charaktere ausfindig zu machen, welche bis dahin unbekannt geblieben war. Manche Harze leisten dieser Zersetzungsweise beträchtlichen Widerstand, z. B. die kolophoniumartigen, also Mastix, Sandarak, Olibanum, Dammar u. a.; andere hingegen, wie die Gummiharze der Umbelliferen (Asa foetida, Galbanum, Ammoniakgummi), die Zimtsäure und Benzoësäure führenden Harze (Xanthorrhoeaharze, Drachenblut), die Aloë und noch einige sind bei der trockenen

Destillation und gleichzeitigen Oxydation durch schmelzendes Kalihydrat leichter zersetzlich[1, 2]).

Protokatechusäure, Paraoxybenzoësäure, Phlorogluzin und Resorzin entstehen bei dem genannten Prozesse stets in so großen Quantitäten, daß die Annahme, man hätte es hier mit Zersetzungsprodukten wesentlicher Bestandteile der genannten Harze zu tun, gewiß Berechtigung hat. Es dürfte aber ferner auch erlaubt sein, in all jenen Harzen, welche gleiche Zersetzungsprodukte liefern, das Vorhandensein untereinander nahe verwandter Verbindungen zu vermuten.

Es wurde nachgewiesen, daß in einigen Fällen diese Produkte aus anderen kristallisierten, nicht harzartigen Bestandteilen der Harze entstehen können, z. B. die Protokatechusäure aus der Ferulasäure (Asa foetida, Überwallungsharz der Schwarzföhre und Lärche), die Paraoxybenzoësäure aus der Parakumarsäure (Akaroïdharz, Überwallungsharz der Fichte).

Durch die schönen und zahlreichen Untersuchungen von Tschirch[3]) und seinen Schülern, sowie durch die Arbeiten anderer Forscher, wie v. Miller, Doebner, Lücker, Vesterberg, Mach, Lojander, Henriques, Herzig, Thoms, Fahrion, Bamberger, wurde die Zusammensetzung vieler Harze in sehr befriedigender Weise aufgeklärt.

Tschirch richtete bei seinen Untersuchungen das Hauptaugenmerk auf den eigentlichen Harzkörper, zog aber auch die Beisubstanzen in den Kreis der Untersuchung. Unter Reinharz wird der von letzteren isolierte Harzkörper verstanden.

In den Harzen ist die Anwesenheit von flüssigen Estern seit längerer Zeit bekannt. So sind nach Miller die Hauptbestandteile des Storax zwei alkoholartige Körper, α- und β-Storesin $C_{36}H_{57}O_2 \cdot OH$, welche vorwiegend als Zimtsäureester vorhanden sind. Tschirch hat nun nachgewiesen, daß auch feste Ester in den Harzen enthalten sind. Die Verseifung der von den flüssigen Estern befreiten Harze geht sehr schwer vor sich und dauert oft mehrere Monate.

Bei der Verseifung der Ester wird nun eine eigentümliche Gruppe von Alkoholen erhalten, die »Harzalkohole« genannt werden, und Säuren, welche fast immer der aromatischen Reihe angehören, von denen besonders die Benzoësäure und Zimtsäure, sowie deren Oxysäuren hervorzuheben sind.

1) Hlasiwetz und Barth, Sitzungsbericht d. Wien. Akad. **51,** 2 (1865), p. 160; ebenda **53,** 2 (1866), p. 494 und 497.

2) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **134** (1865), p. 265; ebenda **138** (1866), p. 61; ebenda **139** (1866), p. 99.

3) A. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter. 2. Aufl. Leipzig, Verlag Gebr. Borntträger. 1906.

Die Harzalkohole lassen sich wieder in zwei Gruppen einteilen, und zwar in solche, welche farblos sind, zum Teil gut kristallisieren, eine oder mehrere Hydroxylgruppen enthalten und keine Gerbstoffreaktion geben und den Namen Resinole führen, und in solche, welche gefärbt sind, kristallisiert nicht erhalten werden können und ausgesprochenen Gerbstoffcharakter zeigen; diese nennt Tschirch Resinotannole oder Tannole.

Letztere sind gerbstoffartige Harzalkohole, welche zumeist nur eine Hydroxylgruppe enthalten und finden sich in den Harzen teils frei, teils gebunden als Ester. Es ist hervorzuheben, daß eine größere Anzahl Resinotannole im Molekül sechs Kohlenstoffatome oder ein mehrfaches davon enthält oder durch Homologie sich von sechsgliederigen Kernen ableiten läßt. Bei den Harzestern, die Tschirch Resinotannolresine nennt, können die beiden bei der Verseifung erhaltenen Spaltlinge von sechsgliederigen Ringen abgeleitet werden[1]).

Sowohl die Resinole als die Resinotannole gehören der aromatischen Reihe an und besitzen den Charater von Phenolen.

Von den erstgenannten Alkoholen sind zu erwähnen: Storesinol $C_{16}H_{25}O \cdot OH$ (Storax), Benzoresinol $C_{16}H_{25}O \cdot OH$ (Benzoe), Pinoresinol $C_{17}H_{12}O_2(OCH_3)_2(OH)_2$ (Überwallungsharz der Fichte und Schwarzföhre, Lariciresinol $C_{17}H_{12}(OCH_3)_2(OH)_4$ (Überwallungsharz der Lärche).

Von den Resinotannolen sollen zunächst nur das Sumaresinotannol $C_{18}H_{19}O_3 \cdot OH$ (Sumatrabenzoë), das Galbaresinotannol $C_{18}H_{29}O_2(OH)$ (Galbanum), sowie das Pinoresinotannol $C_{30}H_{30}O_6(OCH_3)_2$ (Überwallungsharz der Fichte) erwähnt werden. Die Namen und Formeln der übrigen, von denen bereits eine größere Anzahl isoliert wurden, sind in der später folgenden tabellarischen Übersicht über die Zusammensetzung der Harze verzeichnet[2]).

Sämtliche Tannole geben bei der Einwirkung von Salpetersäure leicht Nitrokörper. So bildet sich aus den Tannolen der Xanthorrhoeaharze (Xanthoresinotannol $C_{43}H_{43}O_9OH$ und Erythroresinotannol $C_{40}OH_{39}O_9 \cdot OH$) sehr glatt Pikrinsäure $C_6H_2(NO_2)_3OH$, aus Ammoresinotannol $C_{18}H_{29}O_2 \cdot OH$ (im Ammoniacum) erhält man Styphninsäure (Trinitroresorzin) $C_6H(OH)_2(NO_2)_3$. Hingegen werden auch Resinotannole durch Salpetersäure nur oxydiert, so liefert z. B. das Galbaresinotannol hierbei Kampfersäure und Kamphoronsäure. Das leichte Entstehen von Pikrinsäure und Trinitroresorzin deutet noch darauf, daß die Resinotannole Phenolcharakter besitzen. Es ist übrigens auf einen Unterschied zwischen zwei Gruppen

1) A. Tschirch, Die Chemie und Biologie der pflanzlichen Sekrete, p. 37. (Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1908.)

2) Siehe die Zusammenstellung der Tannole und Resinole in A. Tschirch, Die Harze und Harzbehälter, p. 1064, 1065, 1070, 1071.

von Tannolen hinzuweisen; so geben die Tannole der Benzharze bei der Behandlung mit Salpetersäure glatt Pikrinsäure, während bei den Tannolen der Umbelliferenharze die genannte Einwirkung schwieriger vor sich geht und andere Produkte geliefert werden. Die vorher angeführte Bildung von Kampfer und Kampforonsäure ist von Wichtigkeit, da durch selbe Beziehungen zu den Terpenen hergestellt werden.

Die obengenannten Alkohole, welche sich in den Harzen teils frei, teils gebunden vorfinden, geben nach den Untersuchungen von Tschirch mit aromatischen Säuren harzartige Ester (bzw. Äther), die ihrem Verhalten nach identisch mit den in den natürlichen Harzen vorkommenden sind.

Die Harzester wurden mit dem Gruppennamen Resine bezeichnet und führen die Ester der Resinole den Namen Resinolresine[1]), die der Tannole die Bezeichnung Tannolresine[2]).

Das Harz der Sumatrabenzoë ist beispielsweise zum größten Teil aus den Zimtsäureestern des Resinotannols und Benzoresinols gebildet, das Harz der Siambenzoë setzt sich zusammen aus den Benzoesäureestern des Siaresinotannols und Benzoresinols.

Tschirchs Versuche haben also ergeben, daß die Hauptbestandteile vieler Harze Ester oder Äther von Harzalkoholen sind, und zwar sind die Resinolester das primär Gebildete: die in den Harzen vorkommenden freien Säuren und freien Alkohole der Resine jedoch muß man sich durch Spaltung aus den Estern entstanden denken. So ist es zu verstehen, daß manche Harze überhaupt frei von Estern sind und zum größten Teil nur aus freien Harzsäuren bestehen.

Manche Harze enthalten also keine Ester, sondern sind zum größten Teil aus freien Harzsäuren oder Resinosäuren[3, 4]) zusammengesetzt, es sind dies Substanzen, die zuweilen die Hydroxyl- und Karboxylgruppe (Oxysäuren), zumeist aber nur letztere, enthalten. Die Glieder dieser Reihe sind vielfach kristallisiert erhalten worden. Im nachfolgenden seien einige dieser Harzsäuren angeführt: Abietinsäure $C_{20}H_{30}O_2$ (Kolophonium), Dextro- und Lävopimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$ (Galipot), Sandarakolsäure $C_{44}H_{64}O_4 \cdot OH \cdot COOH$ und Kallitrolsäure $C_{62}H_{79}O_7 \cdot OH$ (Sandarak), Trachylolsäure und Isotrachylolsäure $C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$ (Sansibarkopal), Dammarolsäure $C_{54}H_{77}O_3(OH)(COOH)_2$ (Dammar).

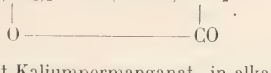
1) Resinolresine = Resinolester.

2) Tannolresine = Tannolester.

3) Tschirch, l. c., p. 1073—1075. Die Zahl der Resinosäuren übersteigt bereits die Zahl 100, es dürften übrigens viele derselben miteinander identisch sein.

4) Guajakharzsäure $C_{18}H_{18}(OCH_3)_2(OH)_2$ sowie Guajakonsäure (Guajakharz) gehören nach den Untersuchungen von Doebner und Lücker nicht zu den Harzsäuren.

Salpetersäure wirkt auf einige Harzsäuren nitrierend und oxydierend ein, so bildet sich aus der Sandarakolsäure und Trachylolsäure Pikrinsäure und Oxalsäure, während Kolophonium[1]) (enthaltend Abietinsäure) nur oxydiert wird unter Entstehung von Isophtalsäure $C_6H_4(COOH)_2$, 1 : 3, Trimelithsäure $C_6H_3(COOH)_3$, 1 : 2 : 4, und Terebinsäure



Abietinsäure[2]) liefert mit Kaliumpermanganat, in alkalischer Lösung oxydiert, einen Körper von der Zusammensetzung $C_{10}H_{16}O_3$.

Einige Harze enthalten nun indifferente sauerstoffarme farblose Substanzen, die sehr resistent sind und in keine der bis jetzt bekannten Körperklassen eingereiht werden können, die aber doch auch der aromatischen Reihe angehören dürften.

Tschirch nennt diese Körper, welche noch wenig studiert sind, Resene. Es seien einige davon angeführt: α-Dammaroresen $C_{22}H_{34}O_2$ und β-Dammaroresen $C_{31}H_{52}O$ (Dammar), α-Kopalresen $C_{41}H_{68}O_4$, β-Kopalresen $C_{25}H_{38}O_4$ (Kopal), Drakoalban $C_{20}H_{40}O_4$ und Drakoresen $C_{26}H_{44}O_2$ (Palmendrachenblut)[3]).

Die Resene sind bis jetzt nicht kristallisiert erhalten worden, so daß die aufgestellten Formeln nur informativen Charakter besitzen. Da diese Substanzen der Einwirkung von Reagentien so großen Widerstand entgegensetzen, ist ihr Studium sehr erschwert. Es konnte weder ein Hydroxyl, noch eine Karboxylgruppe nachgewiesen werden, auch Aldehyd und Ketonsauerstoff ist nicht vorhanden. Tschirch stellt diese Körper zu den Oxyterpenen oder Oxypolyterpenen. Die große Resistenz gegen chemische Einwirkungen macht die Resene zu für die Praxis wertvollen Harzbestandteilen.

Die bis jetzt besprochenen Substanzen: Resine, Resinole, Resinotannole, Resinosäuren und Resene bilden den eigentlichen Harzkörper[4]).

Die genannten Körper sind in den Harzen nicht zusammen vorhanden, sondern es überwiegt der eine oder der andere und manche können ganz fehlen.

Zu den Beisubstanzen, welche dem Reinharz beigemengt sind, gehören das Gummi, Enzyme, ätherische Öle, aromatische Säuren, wie z. B. Benzoesäure und Zimtsäure, Alkohole, Aldehyde, flüssige Ester, die

1) Schreder, Liebigs Annalen **172** (1874), p. 93.
2) Mach, Monatshefte für Chemie **15** (1894), p. 627.
3) Tschirch, l. c., p. 1080.
4) Ebenda p. 1081.

nicht den Charakter von Harzestern besitzen. Gerade diese Substanzen, welche nicht zum eigentlichen Harzkörper gehören, sind es, die den Harzen oftmals ihren therapeutischen Wert geben[1]).

Die Koniferenharze sind zumeist gummifrei, während die Umbelliferenharze und das Gummigutt sehr gummireich sind.

Es ist besonders hervorzuheben, daß das in Harzkörpern vorkommende Gummi stets Enzyme enthält. Tschirch konstatiert, daß ihm kein Gummi bekannt geworden ist, das enzymfrei wäre[2]).

In vielen Harzen kommen auch Bitterstoffe vor, so ist z. B. in der Myrrhe sowie in einigen Koniferenharzen soviel von diesen Substanzen vorhanden, daß diese Rohstoffe stark bitteren Geschmack zeigen.

Auch Riechkörper und Farbstoffe finden sich unter den Beisubstanzen.

Einteilung der Harze: Die Entwicklung der Harzchemie ermöglicht es, eine Einteilung dieser Rohstoffe nach chemischen Bestandteilen zu geben. Nach K. Dieterich[3]) unterscheidet man:

1. »Harze, welche Ester der aromatischen Reihe sind und entweder freie Säure enthalten oder nicht, z. B. Benzoe, Drachenblut, Akaroidharz usw.

2. Harze, welche Ester besonderer Harzsäuren sind und außerdem freie Harzsäuren enthalten oder nicht, z. B. Terpentin, Mastix, Succinit, Elemi usw.

3. Harze, welche keine Ester sind, sondern nur freie Harzsäuren event. neben indifferenten Bestandteilen enthalten, z. B. Kolophonium, Kopal, Guajak, Sandarak, Dammar usw.«

Tschirch[4]) hat nachfolgende chemische Einteilung vorgeschlagen und in seinem großen Werke über die Harze und die Harzbehälter durchgeführt:

A. Resinotannol- oder Tannolharze, Resinharze, enthalten Resinotannolester (Tannolresine).

B. Resenharze, enthalten Resene als charakteristische Bestandteile.

C. Resinosäureharze, enthalten keine Ester, sondern vorwiegend Harzsäuren.

D. Resinolharze, enthalten vorwiegend Resinole.

---

1) Tschirch, l. c., p. 32.

2) Tschirch, Die Chemie und Biologie der pflanzlichen Sekrete, p. 86 (Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1908).

3) K. Dieterich, »Analyse der Harze, Balsame und Gummiharze nebst ihrer Chemie und Pharmakognosie«, p. 7 (Julius Springer, Berlin 1900).

4) Tschirch, l. c., p. 28.

E. Aliphatoresine[1]), aliphatische (oder Fett-)Harze, enthalten vorwiegend aliphatische Substanzen.

F. Chromoresine (oder Farbharze). Harze, deren Reinharz gefärbt ist.

G. Enzymoresine, Harze, deren Harzkörper von einer Gummase (Laccase) begleitet wird.

H. Glukoresine, Harze, die Zuckerester oder Zuckeräther enthalten.

I. Laktoresine, Milchsäfte in Milchröhren enthaltend.

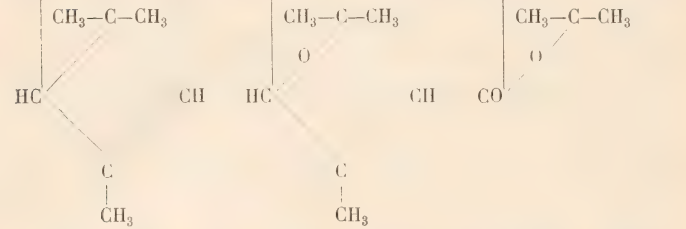
Bildung der Harze. Was nun die Entstehung der Harze, vom chemischen Standpunkt betrachtet, anlangt, so sei zunächst der Arbeiten von Hlasiwetz gedacht, welchem Forscher es zuerst gelungen ist, den wichtigen Nachweis zu liefern, daß wenigstens für einige Harze ein genetischer Zusammenhang zwischen ihren harzigen Bestandteilen und Gliedern der aromatischen Reihen besteht. Es gelang diesem ausgezeichneten Forscher, auf synthetischem Wege aus Bittermandelöl ein Harz darzustellen, welches in seiner empirischen Formel mit dem Benzoeharz übereinstimmt und, mit schmelzendem Kali behandelt, dieselben Zersetzungsprodukte liefert, welche auch bei der gleichen Behandlung aus diesem entstehen. Durch diese und ähnliche Auffindungen wurde durch Hlasiwetz wahrscheinlich gemacht, daß manche Harze in den Pflanzen aus ätherischen Ölen hervorgehen. Aus Barths, von Hlasiwetz angeregten Untersuchungen folgt, daß aus Terpenen $C_{10}H_{16}$, z. B. Terpentinöl, Lavendelöl, Wacholderöl, durch Oxydation harzartige, mit den kolophoniumartigen Harzen zum Teil übereinstimmende Harze entstehen können, und es ist hierdurch vom chemischen Standpunkt aus wahrscheinlich geworden, daß die sog. Terpenharze (Mastix, Sandarak, Terpentinharz, die Elemiharze) auch in der Pflanze aus ätherischen Ölen (Terpenen) hervorgehen. Aber wenn auch diese Entstehungsweise der Harze für den Organismus der Pflanze bewiesen wäre, so hätte man in der Entstehungsgeschichte dieser Körper doch erst den ersten Schritt gemacht, da über die Genesis der Terpene in der Pflanze noch gar nichts Bestimmtes vom chemischen Standpunkt aus gesagt werden kann. Die Auffindungen der Pflanzenphysiologen, daß in gewissen Geweben die anfänglich aus Zellulose bestehende Wand sich in Harz verwandelt

---

1) Die aus dem Ester des Gummilacks durch Verseifung gewonnene Aleuritinsäure, $C_{12}H_{25}O_2 . COOH$, ist eine Fettsäure. In allen bis jetzt von Tschirch und seinen Schülern untersuchten Harzen, mit Ausnahme des Bernsteins und Stocklacks, sind nur Säuren der aromatischen Reihe als harzesterbildend beobachtet worden; es darf daher der Stocklack nicht mehr zu den eigentlichen Harzen gezählt werden. Tschirch und Farner (Archiv d. Pharm. **237** (1899), p. 43) nennen denselben ein Fettharz.

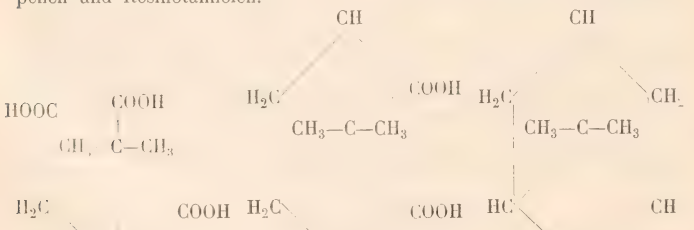
(Karsten, Wigand), und daß sich auch Stärkekörnchen in harzige Massen umsetzen (Wiesner), konnten bis jetzt mit den auf die Entstehung der Harze abzielenden Beobachtungen der Chemiker noch nicht in Einklang gebracht werden.

Ein die Harze und Terpene verbindendes Glied könnte in der durch Wallach gefundenen Umwandlung des Pinens $C_{10}H_{16}$, eines wesentlichen Bestandteils des Terpentinöls, in das Pinol $C_{10}H_{16}O$ erblickt werden, da letzteres bei der Behandlung mit Salpetersäure Terebinsäure liefert, eine Substanz, welche sich auch in den Oxydationsprodukten von Pimarsäure und Abietinsäure vorfindet.



Pinen $C_{10}H_{16}$ Pinol $C_{10}H_{16}O$ Terebinsäure $C_7H_{10}O_4$.

Es wurde bereits früher erwähnt, daß das Galbaresinotannol (Galbanum) mit Salpetersäure Kampfersäure und Kampforonsäure liefert. Die Entstehung dieser Substanzen deutet auf Beziehungen zwischen Terpenen und Resinotannolen.



Kampforonsäure $C_9H_{14}O_6$ Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$ Pinen $C_{10}H_{16}$.

Nachdem die Harze in so nahen Beziehungen zu den ätherischen Ölen zu stehen scheinen, wurden letztere auch auf einen Gehalt an Ester geprüft. Da die ätherischen Öle durch Destillation der Pflanzenteile mit Wasserdampf gewonnen werden, so tritt fast immer Verseifung der Ester ein und man hat dann in den Ölen die Alkohole und in dem übergehenden Wasser die flüchtigen Säuren zu suchen. In den ätherischen Ölen wurde bereits eine große Anzahl von Alkoholen aufgefunden, z. B. Borneol, Menthol, Geraniol usw., im Destillate Säuren, wie Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, nachgewiesen.

In Schimmels Jahresbericht vom Jahre 1893 findet sich die Angabe, daß es den Chemikern seiner Fabrik gelungen sei, nachzuweisen, daß Ester von Alkoholen, wie $C_{18}H_{18}O$ und $C_{19}H_{20}O$, Hauptbestandteile vieler ätherischer Öle sind.

Die Anwesenheit von Estern in den Pflanzen, bzw. Ölen und Harzen ist übrigens schon lange bekannt, so findet sich z. B. der Salizylsäuremethylester im Wintergrünöl und der Zimtsäurezimtester (Styrazin) im Storax.

Die Hauptbestandteile vieler ätherischer Öle sind also analog der Zusammensetzung der Harze, Ester, bzw. Äther von Ölalkoholen (Oleolen) und ist aus den nahen Beziehungen, die zwischen den Harzen und ätherischen Ölen bestehen, die Möglichkeit der Entstehung der ersteren aus den letzteren gegeben. Besonders leicht verharzen terpenhaltige ätherische Öle, da sie sehr leicht den Sauerstoff der Luft absorbieren. Viele Harze sind Produkte langsamer Oxydationsprozesse, denen in manchen Fällen eine Verdichtung einfacherer Verbindungen zu höheren Polymeren vorangeht; so bilden sich Harze aus den Terpenen von der Formel $C_{10}H_{16}$. Es ist nun eine charakteristische Eigenschaft der Terpene die Leichtigkeit, mit der sie sich polymerisieren; so verdichten sich z. B. das zu den Hemiterpenen gehörende Isopren C_5H_8, ($CH_2{=}C(CH_3){-}CH{=}CH_2$), das sich in den Destillationsprodukten des Kautschuks findet, sowie die eigentlichen Terpene bei höheren Temperaturen zu Verbindungen der Zusammensetzung $C_{15}H_{24}$, $C_{20}H_{32}$, $C_{30}H_{48}$, die sich auch in ätherischen Ölen und Harzen vorfinden. Die Polyterpene sind zurzeit noch wenig erforscht. Am häufigsten von allen Polyterpenen kommen in den ätherischen Ölen die Sesquiterpene $C_{15}H_{24}$ vor, welche dicke, leicht verharzende, zwischen 250—280° siedende Flüssigkeiten darstellen. Eines der bekanntesten ist das Kadinen[1]), das auch im Galbanumöl, Olibanumöl und im Asa foetida-Öl gefunden wurde und eine besonders große Neigung zum Verharzen hat.

1) Semmler, Die ätherischen Öle, p. 552.

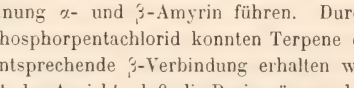
Es sei hier der Metakopaivasäure[1]) gedacht, welche nach den Untersuchungen von Mach[2]) die Formel eines Sesquiterpenalkohols $C_{15}H_{23}OH$ besitzt und das Anfangsglied der Cholestearinreihe[3]) sein dürfte. Mach nennt die Substanz — welcher Brix[4]) früher die Formel $C_{20}H_{28}(OH)_2$ zugeschrieben hat — wegen ihrer großen Ähnlichkeit mit Liebermanns[5]) Cholestol — Metacholestol.

Die höher molekularen Polyterpene sind noch weniger charakterisiert, als die Sesquiterpene. Sie entstehen beim Behandeln der ätherischen Öle mit starken Säuren oder bei starker Erhitzung der Terpene und stellen entweder klebrige Öle oder harzartige Massen dar. Es scheint, daß mit Zunahme des Molekulargewichtes die Terpene mehr und mehr harzartigen Charakter annehmen; so sind die Tetraterpene $C_{40}H_{64}$ schon durchsichtige, amorphe Massen von muscheligem Bruch.

Zu den Triterpenen $C_{30}H_{48}$ gehören einige sehr gut charakterisierte Verbindungen, welche sich im Elemiharz finden. Nach den Untersuchungen von Vesterberg[6]) ist das aus dem Elemiharz gewonnene Amyrin $C_{30}H_{49}OH$ ein Gemenge zweier isomerer Triterpenalkohole, welche die Bezeichnung α- und β-Amyrin führen. Durch Behandlung der letzteren mit Phosphorpentachlorid konnten Terpene das α-Amyrilen $C_{30}H_{48}$ sowie die entsprechende β-Verbindung erhalten werden.

Tschirch[7]) ist der Ansicht, daß die Resinosäuren der Resinosäureharze (Terpenharze) ihre Entstehung nicht dem ätherischen Öle verdanken, sondern daß sie als Derivate eines hydrierten Retens anzusehen sind.

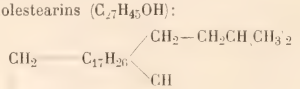
Das Reten $C_{18}H_{18}$ ist ein homologes Phenanthren (1-Methyl-7-isopropylphenanthren)



1) Die Metakopaivasäure wird aus den abgepreßten Rückständen einer Sorte von Gurjunbalsam (von einer Dipterocarpus-Art, s. unten bei Gurjun) durch Behandeln mit verschiedenen Lösungsmitteln und Umkristallisieren gewonnen.

2) Mach, Monatshefte f. Chemie **15** (1894), p. 643.

3) Formel des Cholestearins ($C_{27}H_{45}OH$):



4) Brix, Monatshefte f. Chemie **2** (1881), p. 516.

5) Liebermann, Berliner Berichte **17** (1884), p. 871; **18** (1885), p. 1803.

6) Vesterberg, Berliner Berichte **20** (1887), p. 1242.

7) Tschirch, l. c., p. 1081.

und wurde von Tschirch und Koritschoner[1]) bei der trockenen Destillation von Koniferenharzsäuren z. B. der des österreichischen Terpentins von Pinus Laricio erhalten. Auch durch Destillation der Abietinsäure[2]), von Abietin[3]), Harzöl[4]) und Kolophonium[5]) kann diese Substanz gewonnen werden.

Vesterberg isolierte das Reten aus den Produkten der trockenen Destillation der Abietinsäure mit Schwefel. Die genannten Arbeiten gaben Tschirch die Anregung zur Aufstellung einer Konstitutionsformel für die Abietinsäure und diese Verbindung ist vielleicht als eine Dekahydroretenkarbonsäure aufzufassen.

Die Entstehung der Resene bei den Koniferenharzen scheint durch Autoxydationsprozesse beeinflußt zu sein. Eingehend studiert ist die Verharzung der Koniferenöle. Läßt man Pinen längere Zeit an der Luft stehen, so nimmt es Sauerstoff der Luft unter Bildung von superoxydartiger Substanz auf, die ihren Sauerstoff an andere Verbindungen leicht abgeben kann, also oxydierend wirkt[6, 7]).

Die Untersuchungen von Tschirch und Brüning[8]) haben es wahrscheinlich gemacht, daß bei der Oxydation des Terpentinöls an der Luft sich vorwiegend ein resenartiger Körper bildet und nur in geringer Ausbeute eine Resinosäure. Die Resene dürften in naher Beziehung zu den Terpenen stehen und Tschirch spricht erstere als Oxypolyterpene an[9]).

Es wurde bereits früher der Hlasiwetz-Barthschen Arbeiten, der Umwandlung von Terpenen in harzartige Körper Erwähnung getan.

Harzbildung tritt ferner ein bei Einwirkung von alkoholischer Kalilauge auf Aldehyde, wie Azetaldehyd und Akrylaldehyd (Akrolein) ein. Das aus Azetaldehyd gewonnene sogenannte Aldehydharz stellt eine braune, an Kolophonium erinnernde amorphe Masse dar, deren Umwandlungsprodukte von Ciamician[10]) eingehend studiert wurden. Letztere sind ausschließlich aromatische Verbindungen, welche zueinander

1) Tschirch und Koritschoner, Archiv der Pharm. **240** (1902), p. 571; auch in Grundlinien einer physiologischen Chemie der pflanzlichen Sekrete. Archiv d. Pharm. **245** (1907), p. 382.

2) Vesterberg, Berliner Berichte **36** (1903), p. 4200.

3) Easterfield und Bagley, Transakt. chem. Soc. **85** (1904), p. 1247.

4) Schultze, Liebigs Annalen **359** (1908), p. 138.

5) Tschirch und Koritschoner, l. c., p. 571.

6) Engler, Berliner Berichte, **30** (1897), p. 1669; **31** (1898), p. 3046; **33** (1900), p. 1090; **34** (1901), p. 2933. C. Engler und J. Weißberg, Kritische Studien über die Vorgänge der Autoxydation, p. 72 (Vieweg und Sohn, Braunschweig 1904).

7) Abderhalden, Biochemisches Handlexikon. Bd. VII, 1. Hälfte, p. 312.

8) Archiv d. Pharm. **238** (1900), p. 645.

9) Tschirch, Grundlinien einer physiologischen Chemie der pflanzlichen Sekrete. Archiv d. Pharm. **245** (1907), p. 386.

10) Ciamician, Monatshefte für Chemie **1** (1880), p. 193.

in nahen Beziehungen stehen. Man darf wohl annehmen, daß dem Aldehydharz ein Kohlenstoffskelett ähnlich den aromatischen Körpern zugrunde liegt.

Die eben erwähnten Zersetzungsprodukte sind außerdem ähnlich jenen, welche die natürlichen Harze liefern, namentlich scheinen die Terpenharze mit dem Aldehydharz manches gemeinsam zu haben, so z. B. die große Widerstandsfähigkeit gegen schmelzendes Kali.

Der Benzaldehyd gibt ein dem Benzoeharz in Zusammensetzung und Verhalten sehr ähnliches Harz, ebenso läßt sich aus dem Eugenol durch Behandeln mit Jodwasserstoffsäure oder Phosphorpentoxyd ein harzartiger Körper gewinnen; auch der Kampfer läßt sich leicht verharzen.

J. Meyer[1]) erhielt durch Destillation der Dimethyl-α-Resorzylsäure $C_6H_3 OCH_3)_2 COOH$ nicht unbedeutende Mengen einer stark fluoreszierenden harzartigen Substanz, welche ähnliche Eigenschaften zeigt wie die von Barth und Weidel[2] durch Einwirkung von Salzsäure auf Resorzin erhaltenen zwei dichroitischen Harze, welche kurz Resorzinharze heißen.

Viele Reaktionen z. B. Nitrierungen, Oxydationen liefern als Nebenprodukte harzartige, dem Chemiker zumeist sehr unerwünschte Substanzen, welche als »Harzschmieren« bezeichnet werden und ihre Entstehung Polymerisationsvorgängen verdanken dürften.

Kronstein[3]) hat nachgewiesen, daß gut charakterisierte aromatische Substanzen wie z. B. Ester, Polymerisationsprodukte liefern können, welche ganz die Eigenschaften von Harzen besitzen.

Tschirch[4]) ist der Ansicht, daß sich in den Harzen neben den kristallinischen einfachen Körpern, welche gewöhnlich kein großes Molekül zeigen, auch deren amorphe Polymere befinden, oder erst bei der chemischen Operation gebildet werden. Es ist also die Möglichkeit nicht abzuweisen, daß es auch Polyretine gibt, ebenso wie Polypeptine und Polysaccharide existieren.

Auch bei der Polymerisation von Formaldehyd können harzartige Substanzen, die sogenannten Formaldehydharze, gewonnen werden. Letztgenannte Harze haben heute bereits als Kopalersatz ein technisches Interesse und kommen unter dem Namen Bakelit[5]) in den Handel.

Es wurden auch Versuche angestellt einen Harzkörper aus seinen Komponenten wieder aufzubauen, Tschirch und Lüdy[6]) konnten aus den

1) J. Meyer, Monatshefte für Chemie **8** (1887), p. 437.

2) Barth und Weidel, Berliner Berichte **10** (1877), p. 1464.

3) Kronstein, Berliner Berichte **35** (1902), p. 4150.

4) Tschirch, l. c., p. 74.

5 H. Backeland, Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte, Cöthener Chemiker-Zeitung **36** (1912), p. 1245; H. Lebach, Bakelit und seine Verwendung **37** (1913), p. 750.

6) Tschirch und Lüdy, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 43, 500.

Spaltlingen des Zimtsäurebenzoresinolesters $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_{16}H_{25}O$ (Sumatrabenzoe) Benzoresinol und Zimtsäure durch Einleiten von Salzsäuregas in deren ätherische Lösung einen Harzester der Benzoe-Reihe von ganz typischem Harzcharakter gewinnen.

Was nun die Bildung der Harze im Pflanzenkörper betrifft, so hat man sich intensiv mit der Frage beschäftigt, welche Bestandteile des letzteren die Bildung der Harze und ätherischen Öle bewirken. So wurden die Stärke, die Zellulose, die Gerbstoffe, das Phlorogluzin, Chlorophyll als Ausgangsmaterialien zur Entstehung von Harzen und ätherischen Ölen angesehen.

Um nun dieser Frage näher treten zu können ist es vor allem nötig, den Chemismus der Substanzen, aus welchen die Harze entstehen können, zu erforschen, als auch den der Harze selbst.

Die chemische Erforschung der Gerbstoffe[1, 2] hat bedeutende Fortschritte gemacht, allein trotz allem ist man heute noch nicht in der Lage, Abschließendes über deren chemische Beschaffenheit als auch über die Rolle, welche sie in der Pflanze spielen, zu sagen. Unter dem Namen »Gerbstoff« sind mindestens vier Gruppen von Substanzen subsummiert.

Kunz-Krause[3] hat nachfolgendes System der Tannoide aufgestellt:

I. Nichtglykosidische Verbindungen.

1. Tannogene:
   a) Dioxysäuren.
   b) Trioxysäuren.
2. Tannoide:
   a) Protokatechutannoide.
   b) Gallotannoide.

II. Glykosidische Verbindungen.

3. Glukotannoide:
   a) Protokatechuglukotannoide.
   b) Gallotannoide.
4. Phloroglukotannoide:
   a) Protokatechu-Phloroglukotannoide.
   b) Gallo-Phloroglukotannoide.

Ähnliche Verhältnisse sind bei den Harzen vorhanden. Aus den umfassenden Arbeiten von Tschirch geht hervor, daß sich unter dem Begriffe

1) F. Czapek, Biochemie der Pflanzen, II. Bd., p. 569 (Verlag G. Fischer, Jena 1905).

2) Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, VII, Bd. I, 1. Hälfte. Artikel »Gerbstoffe«, bearbeitet von M. Nierenstein.

3) Kunz-Krause, Über ein natürliches System der Tannoide. Verhandlungen der schweiz. Naturforscher-Ges. in Bern 1898.

»Harz« nicht eine, sondern viele Klassen von Körpern verstehen, ja daß man es hier mit drei offenbar grundverschiedenen Reihen zu tun hat[1]).

Auf die engen Beziehungen zwischen Gerbstoffen und Harzen hat zuerst Wiesner (1865) auf Grund mikroskopischer Untersuchungen aufmerksam gemacht, wofür bald darauf von Hlasiwetz chemische Belege erbracht wurden.

Die Entdeckung der Gruppe der Resinotannole in den Benzoeharzen sowie in den Sekreten der Umbelliferen ist ein experimenteller Beweis für die Beziehungen zwischen Harzen und Gerbstoffen. Die Tannole zeigen einerseits alle Reaktionen eines Tannoids und liefern Gerbstoffreaktion und einige derselben gehören zur Gruppe der nicht glykosidischen Protokatechutannoide, andererseits haben sie ausgesprochenen Charakter von aromatischen Phenolen, und der Wasserstoff des Hydroxyls läßt sich leicht durch Alkyle und Säurereste ersetzen, wodurch dann allerdings ihre Gerbstoffnatur verloren geht, sozusagen maskiert ist. Es sei noch besonders hervorgehoben, daß bei den Tannolharzen das Reinharz als wichtigsten Bestandteil einen Ester enthält, dessen einer Spaltling das früher erwähnte Resinotannol ist.

Heckel und Schlagdenhauffen[2]) machten die Beobachtung, daß einzelne Arten von *Gardenia* und *Spermolepis gummifera* Harze ausscheiden, welche zu den Tanninsubstanzen in engen Beziehungen stehen.

Wenn es der chemischen Forschung gelungen sein wird, die Konstitution der letztgenannten Substanzen in befriedigender Weise aufzuklären, so werden die darauf bezüglichen Arbeiten sich gewiß äußerst befruchtend für das Studium der Bildung der Harze aus den Gerbstoffen erweisen.

Bei der Entstehung der Gerbstoffe sind z. B. Oxysäuren der Benzol- und Styrolreihe beteiligt, also Substanzen, welche man so oft in den Harzen entweder frei oder als Spaltungsprodukte vorfindet[3]).

Zersetzung der Harze. Bei Körpern von so komplizierter Natur, wie es die Harze sind, kann man gewöhnlich nur durch energisches Eingreifen Zersetzungsprodukte erhalten, welche chemisch gut charakterisiert sind.

Kalischmelze. Es wurde bereits eingangs erwähnt, daß es Hlasiwetz und Barth gelungen ist, aus vielen Harzen durch Verschmelzen mit Ätzkali oder Ätznatron zu wohlcharakterisierten Verbindungen zu gelangen. Letztere finden sich in der nachfolgenden

1) Tschirch, l. c., p. 1144.

2) Heckel und Schlagdenhauffen, Chemisches Zentralblatt 1892, II, p. 530, auch Compt. rend. **114** (1892), p. 1291.

3) Kunz-Krause, Klassifikation der Gerbstoffe. Chemisches Zentralblatt 1898, II, p. 1043.

tabellarischen Übersicht über die Zusammensetzung der Harze verzeichnet.

Da nun die Harze sehr kompliziert zusammengesetzte Gemische sind, ist es nicht angezeigt, das Rohharz in der Gänze der Kalischmelze zu unterwerfen, da man nicht immer unterscheiden kann, von welcher Harzkomponente das erhaltene Produkt herrührt.

Durch eingehende Untersuchungen von Tschirch und seinen Schülern sowie die Arbeiten anderer Forscher wurde es möglich, die Ergebnisse der Hlasiwetzschen Kalischmelzen zu interpretieren und zu ermitteln, welche Substanzen auf Rechnung der Harzester bildenden Säuren, und welche auf die der Tannole zu setzen sind[1]).

Es konnte nachgewiesen werden, daß die Produkte der Kalischmelze der ganzen Harze zumeist Umsetzungsprodukte der Harzester bildenden Säuren sind.

Zinkstaubdestillation und andere Reduktionsmittel. Nachdem der Zinkstaub, namentlich bei höherer Temperatur, ein ausgezeichnetes Reduktionsmittel ist, wandten Ciamician[2]) und Bötsch[3]) die von A. Baeyer[4]) angegebene Destillation der mit Zinkstaub vermischten organischen Substanz an, um den Sauerstoff den aromatischen Körpern, aus denen die Harze vorwiegend bestehen, zu entziehen und dadurch zu den ihnen zugrunde liegenden Kohlenwasserstoffen zu gelangen.

Aus den Versuchen von Ciamician geht z. B. hervor, daß die Reduktionsprodukte des Ammoniakgummiharzes sehr verschieden sind von jenen, welche aus den sogenannten Terpenharzen entstehen. Das Rohdestillat besteht beim Ammoniacum zum größten Teile aus einem hochmolekularen Kohlenwasserstoff der Benzolreihe, während die hochsiedenden Fraktionen des Zinkstaubdestillates der Abietinsäure und des Elemiharzes Kohlenwasserstoffe der Naphtalinreihe (Naphtalin, Methyl- und Äthylnaphtalin) enthalten. Es erscheint daher als ein charakteristisches Verhalten dieser Harze, sowie wahrscheinlich aller sog. Terpenharze überhaupt, daß sie bei der Reduktion Kohlenwasserstoffe der Naphtalinreihe liefern.

Unter Zuhilfenahme anderer Reduktionsmittel wurden interessante Abbauprodukte erhalten. So gelang es Liebermann[5]) durch Einwirkung von Jodwasserstoffsäure und roten Phosphor auf Pimarsäure und Abietinsäure einen zur Terpenreihe gehörenden Kohlenwasserstoff (viel-

1) Tschirch, l. c., p. 1066.

2) Ciamician, Berliner Berichte **11** (1878), p. 269 und 1344; **12** (1879), p. 1658. — Monatshefte für Chemie **1** (1880), p. 193.

3) Bötsch, Monatshefte für Chemie **1** (1880), p. 609 und 615.

4) A. Baeyer, Liebigs Annalen **149** (1866), p. 295.

5) Liebermann, Berliner Berichte **17** (1884), p. 1884.

leicht $C_{20}H_{34}$) zu erhalten. Durch Anwendung der genannten Methode auf Koniferenharzsäuren konnte Haller[1]) ein Terpen von der Zusammensetzung $C_{10}H_{16}$ und Vesterberg[2] bei Pimarsäure Kolophendihydrür $C_{20}H_{34}$ (zuerst entsteht Kolophen $C_{20}H_{32}$) isolieren.

Trockene Destillation. Sehr häufig wurde auch die pyrogene Spaltung der Harze ausgeführt, um aus den Zersetzungsprodukten einen Rückschluß auf vorhanden gewesene, sonst schwer zugängliche, maskierte Bestandteile zu machen. Auch können die erhaltenen Destillationsprodukte in manchen Fällen dazu dienen, den ursprünglichen Körper synthetisch aufzubauen.

So hat z. B. Doebner[3]) versucht, aus den Spaltungsprodukten der Bestandteile des Guajakharzes die dieses Harz konstituierenden Harzsäuren synthetisch aufzubauen, und gelangte auch zu Substanzen, welche Ähnlichkeit mit den natürlichen in dem Rohharz vorhandenen hatten.

Es sei hier nochmals auf ein Destillationsprodukt von Koniferenharzsäuren — das Reten — verwiesen, dessen genaue Kenntnis die Veranlassung zur Aufstellung einer Konstitutionsformel für die Abietinsäure gab.

Eine Desoxydation der Harze zu Terpenen ist noch nirgends beobachtet worden; wohl aber zerfallen Harze bei der trockenen Destillation in ähnliche Kohlenwasserstoffe, wie die sind, aus denen sie entstanden.

So hat Friedburg die wichtige Beobachtung gemacht, daß bei der trockenen Destillation von Kopal ein Kohlenwasserstoff entsteht, den er als Limonen ansah. Nach den Untersuchungen von Wallach und Rheindorff[4]) ist der gefundene Kohlenwasserstoff mit Pinen $C_{10}H_{16}$ identisch. Auch Dipenten $C_{10}H_{16}$ ließ sich in einer Fraktion des Destillationsproduktes nachweisen.

Hartes Elemiharz gibt beim Erhitzen Rechtsphellandren $C_{10}H_{16}$ und Kolophonium Pinen und Dipenten.

Die Resultate[5]) der von Hlasiwetz, Tschirch und seinen Schülern, sowie von anderen Forschern ausgeführten Untersuchungen über die Zusammensetzung der Harze gehen aus der folgenden Übersicht[6]) hervor:

---

1) Haller, Berliner Berichte **18** (1885), p. 2165.

2) Vesterberg, Berliner Berichte **19** (1886), p. 2167.

3) Doebner, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 610.

4) Wallach und Rheindorff, Liebigs Annalen **271** (1892), p. 308.

5) Die im allgemeinen Teile nicht angeführte Literatur wird bei der speziellen Besprechung der einzelnen Harze berücksichtigt werden, ebenso wird dort auch die prozentische Zusammensetzung der Harze mitgeteilt werden.

6) In der Übersicht ist die Zusammensetzung des reinen Harzes gewöhnlich durch gesperrte Schrift angedeutet.

Gummigutt[1, 2, 3, 4, 5].

(Gruppe F: Chromoresine oder Farbharze.)

Enthält:

I. Harz (Chromoresin),
II. α-Garzinolsäure $C_{23}H_{28}O_6$; β-Garzinolsäure $C_{25}H_{32}O_6$; γ-Garzinolsäure $C_{23}H_{28}O_5$,
III. Gummi.

Gummigutt gibt mit Kali geschmolzen[6]:

1. Essigsäure CH_3COOH,
2. n-Buttersäure $CH_3(CH_2)_2—COOH$,
3. Baldriansäure $C_5H_{10}O_2$,
4. Brenzweinsäure $CH_3 \cdot CH(COOH)—CH_2—COOH$,
5. Uvitinsäure $CH_3(5)C_6H_3(1:3)(COOH)_2$,
6. Phenylessig-o-karbonsäure (Isuvitinsäure) $COOH\,2)C_6H_4CH_2COOH$,
7. Phlorogluzin $C_6H_3[1,3,5](OH)_3$.

Asa foetida[7, 8, 9].

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Freie Ferulasäure $C_6H_3(OH)(OCH_3)CH=CH—COOH\,(1:2:4)$,
II. Vanillin $C_6H_3(OH)(OCH_3)CHO\,(1:2:4)$,
III. In Äther unlösliches Harz (Asaresinotannol [10]) $C_{24}H_{33}O_4 \cdot OH$,
IV. In Äther lösliches Harz, Asaresin oder Ferulasäure-Asaresinotannolester $C_6H_3(OH)(OCH_3)CH=CH—CO \cdot O \cdot C_{24}H_{33}O_4\,(1:2:4)$,
V. Gummi,
VI. Ätherisches Öl.

1) Tassinari, Berliner Ber. **29** (1896), p. 1112; Ref.
2) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **138** (1866), p. 68.
3) Dissertation Lewinthal über das Gummigutt. Bern 1900.
4) Tschirch, l. c., p. 833 und 843.
5) Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, VII, 2 (1912), p. 704. (Artikel »Harze«, bearbeitet von K. Dieterich.)
6) Tschirch, l. c., p. 843.
7) Tschirch und Poláseк, Archiv d. Pharm. **235** (1897), p. 125.
8) Tschirch, l. c., p. 360.
9) Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, VII, 2 (1912), p. 687.
10) Abderhalden, l. c., p. 731. (Artikel »Harzalkohole«, bearbeitet von L. Pincussohn.)

IV. gibt bei der Verseifung:

1. Ferulasäure,
2. Asaresinotannol.

Asa foetida gibt mit Kali geschmolzen[1]):

Resorzin $C_6H_4(OH)_2(1:3)$,
Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH(1:2:4)$.

Ätherisches Öl (Asantöl)[2]) enthält:

Pinen $C_{10}H_{16}$,
Kadinen $C_{15}H_{24}$
S-freier Körper $(C_{10}H_{16}O)n$
Disulfide $C_7H_{14}S_2$, $C_{11}H_{20}S_2$, $C_8H_{16}O_2$, $C_{10}H_{18}S_2$.

Galbanum[3, 4, 5, 6]).
(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Freies und gebundenes Umbelliferon (4)(OH)C_6H_3<CH=CH(1) / O—CO(2)>,

II. Galbaresinotannol $C_{18}H_{29}\cdot O_2OH$,

III. Umbelliferon-Galbaresinotannoläther

$C_{18}H_{29}O_2—O—C_6H_3$<CH=CH / O—CO>,

IV. Gummi,

V. Ätherisches Öl.

III. gibt bei der Verseifung (Schwefelsäure):

1. Umbelliferon,
2. Galbaresinotannol.

Galbanum gibt mit Kali geschmolzen[7]):

1. Fettsäuren,
2. Resorzin $C_6H_4(OH)_2(1:3)$.

---

1) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **138** (1866), p. 63.

2) Semmler, Archiv d. Pharm. **229** (1891), p. 1; Abderhalden, l. c., p. 644. (Artikel »Ätherische Öle«, bearbeitet von R. Leimbach.)

3) Tschirch und Conrady, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 98; Tschirch und Küglenstjerna, Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 533.

4) Tschirch, l. c., p. 346.

5) Abderhalden, l. c., p. 702 und 735.

6) Auf die von Hirschsohn gefundene Galbanumsäure wird bei der speziellen Besprechung der Harze eingegangen werden.

7) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **130** (1864), p. 354.

Galbanum gibt trocken destilliert:

1. blaues Öl,
2. Umbelliferon.

Galbanum gibt mit Salpetersäure oxydiert[1]):

1. Styphninsäure (Trinitroresorzin) $(2,4,6)(NO_2)_3C_6H(OH)_2(1:3)$,
2. Gemisch von Kampfer- und Kampforonsäure

Galbaresinotannol gibt bei der Oxydation mit Salpetersäure:

1. Kampfersäure $CH_2—CH—COOH$
   $C(CH_3)_2$
   $CH_2—C(CH_3)—COOH$,
2. Kampforonsäure $(CH_3)_2C———C(CH_3)—CH_2$
   $COOH \quad COOH \quad COOH.$

Ätherisches Öl (Galbanumöl)[2]) enthält:

1. δ-Pinen $C_{10}H_{16}$,
2. Kadinen $C_{15}H_{24}$.

Ammoniacum[3,4,5]).

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Freie und gebundene Salizylsäure $C_6H_4(OH)COOH(1:2)$,
II. (Harz) Salizylsäure-Ammoresinotannolester
$C_6H_4(OH)COOC_{18}H_{29}O_2$,
III. Gummi,
IV. Ätherisches Öl.

II. gibt verseift:

1. Salizylsäure, mit geringen Mengen von Buttersäure und Baldriansäure,
2. Ammoresinotannol $C_{18}H_{29}O_2 \cdot OH$.

---

1) Schwanert, Liebigs Annalen **128** (1863), p. 122.

2) Brühl, Berliner Berichte **21** (1888), p. 464. — Wallach, Liebigs Annalen **238** (1887), p. 81. — Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle (1899), p. 753. — Abderhalden, l. c., p. 644.

3) Tschirch und Luz, Archiv d. Pharm. **233** (1895), p. 540.

4) Tschirch, l. c., p. 339.

5) Abderhalden, p. 645, 686 und 727.

Ammoniacum gibt mit Kali geschmolzen[1]):

1. Fettsäuren,
2. Resorzin.

Ammoniacum gibt mit Salpetersäure oxydiert:

1. Styphninsäure $C_6H(OH)_2(NO_2)_3$,
2. Kampfersäure,
3. Kampforonsäure.

Terpentine, Fichtenharze[3, 4, 5]).

Name	Harzsäuren	
Bordeauxterpentin[6])	Pimarinsäure $C_{14}H_{22}O_2$	Pimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$
Japanischer Terpentin	Japopininsäure $C_{14}H_{22}O_2$	Japopinolsäure $C_{17}H_{26}O_2$
Juraterpentin[7])	Picea-Pimarinsäure $C_{13}H_{20}O_2$	Picea-Pimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$
Lärchenterpentin[8]) (venetianischer Terpentin)	Larizinolsäure $C_{19}H_{28}O_2$, 4 bis 5 Proz.	α-Larinolsäure $C_{18}H_{26}O_2$
Nordamerikanischer Terpentin[9])	α-Palabietinolsäure $C_{16}H_{24}O_2$	β-Palabietinolsäure $C_{16}H_{24}O_2$
Österreichischer Terpentin[10]) (Scharrharz)	Larikopininsäure $C_{21}H_{30}O_3$	Larikopinonsäure $C_{20}H_{28}O_4$
Terpentin und Harz von Pinus halepensis[11]) (aleppische Kiefer)	Halepopininsäure $C_{14}H_{22}O_2$ resp. $C_{21}H_{32}O_3$	Halepopinolsäure $C_{17}H_{26}O_2$ resp. $C_{16}H_{24}O_2$
Straßburger Terpentin[12])	Abieninsäure $C_{13}H_{20}O_2$	Abietolsäure $C_{20}H_{28}O_2$
Kanadabalsam[13])	Kanadinsäure $C_{20}H_{32}O_2$, 13 bis 14 Proz.	Kanadolsäure $C_{20}H_{30}O_2$, 0,3 Proz.
Resina pini[14]) von Pinus silvestris	Silveolsäure $C_{14}H_{20}O_2$	α-Silvinolsäure $C_{15}H_{26}O_2$. 58—60 Proz.
Siebenbürgische Resina pini[15])	Picipimarsäure $C_{12}H_{20}O_2$	Piceapimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$
Amerikanisches Kolophonium[16])	α-Abietinsäure $C_{19}H_{28}O_2$	β-Abietinsäure $C_{19}H_{28}O_2$

1) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **130** (1864), p. 354. Das bei der Kalischmelze des Rohharzes erhaltene Resorzin entstammt dem Ammoresinotannol (Tschirch, l. c., p. 345).

2) Ciamician, Berliner Berichte **12** (1879) p. 1658.

3) Abderhalden, l. c., Kapitel »Harze«, bearbeitet von K. Dieterich, VII. Bd., 2. Hälfte, p. 691, 716, 721—723.

4) Abderhalden, l. c., Kapitel »Harzsäuren«, bearbeitet von M. Dohrn und A. Thiele, p. 747—776.

5) Tschirch, l. c., p. 548, 595, 598, 614, 562, 580, 586, 537, 542, 589, 603 und 648.

6) Tschirch und Brüning, Archiv d. Pharm. **238** (1900), p. 630.

Ammoniacum gibt bei der Zinkstaubdestillation[2]):

1. Kohlenwasserstoff $C_{13}H_{20}$,
2. m- und p-Xylol $C_6H_4(CH_3)_2$,
3. m-Äthyltoluol $C_6H_4\begin{cases}C_2H_5\\CH_3\end{cases}$,
4. o-Äthylphenylmethyläther $C_2H_5C_6H_4—O—CH_3$.

(Gruppe C: Resinosäureharze.) Enthaltend:

	Resene	Bitterstoffe	Ätherisches Öl	Produkte bei der trockenen Destillation
α- und β-Pimarolsäure $C_{18}H_{26}O_2$, 48—50 Proz.	Bordoresen 5—6 Proz.	Bitterstoff	28—29 Proz.	
Japopinitolsäure $C_{14}H_{20}O_2$	Resen 2 Proz.	—	10 Proz.	
α- und β-Pimarolsäure $C_{25}H_{44}O_2$	Iuroresen $C_{21}H_{36}O$	Bitterstoff	32—33 Proz.	
β-Larinolsäure $C_{18}H_{26}O_2$	Resen	Bitterstoff	15—16 Proz.	
—	Paloresen 10 Proz.	Bitterstoff	20—22 Proz.	Reten $C_{18}H_{18}$
—	Larikopinoresen 2 Proz.	Bitterstoff	35 Proz.	Reten $C_{18}H_{18}$
—	Resen	—	20 Proz.	
α- und β-Abietinolsäure $C_{16}H_{24}O_2$	Abietoresen $C_{19}H_{30}O$	Bitterstoff	30 Proz.	
α- u. β-Kanadinolsäure $C_{19}H_{30}O_2$, 48—50 Proz.	Kanadoresen $C_{21}H_{40}O$, 5 Proz.	Bitterstoff	23—24 Proz.	
β-Silvinolsäure $C_{14}H_{24}O_2$	Silvoresen 20 bis 21 Proz.	Bitterstoff	15 Proz.	
α- u. β-Picipimarolsäure $C_{18}H_{28}O_2$	Pikoresen $C_{19}H_{30}O$	Bitterstoff	30 Proz.	
γ-Abietinsäure $C_{19}H_{28}O_2$	Resen 5—6 Proz.	—	0,4—0,7 Proz.	

7) Tschirch und Brüning, Archiv d. Pharm. **238** (1900), p. 616.
8) Tschirch und Weigel, Archiv d. Pharm. **238** (1900), p. 387.
9) Tschirch und Koritschoner, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 568.
10) Tchirch und Schmidt, Archiv d. Pharm. **241** (1903), p. 570.
11) Tchirch und Schulz in Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 587.
12) Tschirch und Weigel, Archiv d. Pharm. **238** (1900), p. 411.
13) Tschirch und Brüning, Archiv d. Pharm. **238** (1900), p. 487.
14) Tschirch und Niederstadt, Archiv d. Pharm. **239** (1901), p. 167.
15) Tschirch und Koch, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 272.
16) Tschirch und Studer, Archiv d. Pharm. **241** (1903), p. 495.

Überwallungsharze[1, 2]).

(Gruppe C: Resinosäureharze.)

A. Überwallungsharz der Fichte.

Enthält:

I. Freie Parakumarsäure $C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOH$,
II. Vanillin $C_6H_3(OH)(OCH_3)CHO$ 1 : 2 : 4,
III. α-Harz-Gemisch von Abietinsäurepinoresinolester, Parakumarsäurepinoresinolester.

III. gibt bei der Verseifung:

1. Abietinsäure $C_{20}H_{30}O_2$,
2. Parakumarsäure,
2. Pinoresinol $C_{17}H_{12}O_2(OCH_3)_2(OH)_2$.

IV. β-Harz-Pinoresinotannol $C_{30}H_{30}O_6(OCH_3)_2$.

Pinoresinol gibt trocken destilliert[3]):

1. Guajakol $C_6H_4(OH)OCH_3$ 1 : 2,
2. Kreosol $C_6H_3(CH_3)OH(OCH_3)$ 1 : 3 : 4,
3. Homobrenzkatechin? $C_6H_3(CH_3)(OH)_2$ 1 : 3 : 4,
4. Iso-Eugenol (oder Eugenol) $C_6H_3(OH)(OCH_3)CH{=}CH{-}CH_3$ 1 : 2 : 4.

In den hochsiedenden Anteilen vielleicht:

Methyläther des Propylpyrogallalols $C_6H_2(C_3H_7)(OH)_2OCH_3$.

Pinoresinol gibt mit Salpetersäure:

Dinitroguajakol $C_6H_2(OH)(OCH_3)(NO_2)_2$.

Überwallungsharz mit Kali geschmolzen:

1. Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH$ 1 : 2 : 4,
2. Paraoxybenzoesäure $C_6H_4(OH)COOH$.

B. Überwallungsharz der Schwarzföhre[4, 5]).

Enthält:

I. Freie Kaffeesäure $C_6H_3(OH)_2CH{=}CH{-}COOH$ 1 : 2 : 4,
II. Freie Ferulasäure $C_6H_3(OH)(OCH_3)CH{=}CH{-}COOH$ 1 : 2 : 4,

1) M. Bamberger, Monatshefte für Chemie **12** (1891), p. 441; **15** (1894), p. 505.
2) M. Bamberger und A. Landsiedl, **18** (1897), p. 481.
3) M. Bamberger und E. Vischner, Monatshefte für Chemie **21** (1900), p. 949.
4) M. Bamberger, Monatshefte für Chemie **12** (1891), p. 441; **15** (1894), p. 505.
5) M. Bamberger und A. Landsiedl, Monatshefte für Chemie **18** (1897), p. 481.

III. Vanillin,
IV. Pinoresinol $C_{17}H_{12}O_2(OCH_3)_2(OH)_2$ in esterartiger Bindung.

Überwallungsharz mit Kali geschmolzen:
1. Essigsäure,
2. Protokatechusäure,
3. Brenzkatechin.

C. Uberwallungsharz der Lärche[1]).
Enthält:
I. Kaffeesäure,
II. Ferulasäure,
III. Lariziresinol $C_{17}H_{12}(OCH_3)_2(OH)_4$ in esterartiger Bindung.

Lariziresinol gibt mit Salpetersäure:
Dinitroguajakol $C_6H_2(OH)(OCH_3)(NO_2)_2$.

Lariziresinol gibt trocken destilliert[2]):
1. Guajakol,
2. Pyroguajazin $C_{12}H_{10}(OH)(OCH_3)$,
3. Pyrogalloläther? $C_6H_3(OH)_2OCH_3$.

Tetraazetyllariziresinol $C_{17}H_{12}(OCH_3)_2(OCH_3CO)_4$ gibt mit Chromsäure oxydiert[3]) ein
Oxydationsprodukt $C_{17}H_{12}O_2(OCH_3)_2(OCH_3CO)_4$.

Dieses gibt bei der Verseifung:
Körper $C_{17}H_{10}O(OCH_3)_2(OH)_2$.

Lariziresinol gibt mit alkoholischer Salzsäure[4]):
Anhydrolariziresinol $C_{17}H_{12}O(OCH_3)_2(OH)_2$.

Kopaivabalsame.

Marakaibo-(Venezuela-)Kopaivabalsam[5, 6, 7]).

(Gruppe C: Resinosäureharze.)
Enthält:
I. Illurinsäure $C_{20}H_{28}O_3$,
II. β-Metakopaivasäure $C_{11}H_{16}O_2$,

1) M. Bamberger und A. Landsiedl, Monatshefte f. Chemie **18** (1897), p. 500; **20** (1899), p. 647 und 755.
2) M. Bamberger und E. Vischner, Monatshefte für Chemie **21** (1900), p. 564.
3) M. Bamberger und H. Renezeder, Monatshefte für Chemie **24** (1903), p. 209.
4) H. Hermann, Monatshefte für Chemie **23** (1902), p. 1022.
5) Tschirch und Keto, Archiv de Pharm. **239** (1901), p. 548.
6) Tschirch, l. c., p. 770.
7) Abderhalden, l. c., p. 641, 693, 753, 754 und 761.

III. Straußsche[1]) α-Metakopaivasäure $C_{22}H_{34}O_4$,
IV. Kopaiboresene,
V. Harz-Gemisch der genannten Säuren mit amorphen Harzsäuren.
VI. Bitterstoff,
VII. Ätherisches Öl (Kopaivabalsamöl).

Para-(Maranham-)Kopaivabalsam[2, 3]).

Enthält:

I. Parakopaivasäure $C_{20}H_{32}O_3$,
II. Homoparakopaivasäure $C_{18}H_{28}O_3$,
III. Resene,
IV. Harz-Gemisch kristallinischer und amorpher Harzsäuren,
V. Ätherisches Öl,
VI. Bitterstoff.

Ätherisches Öl enthält:

Karyophyllen.

Afrikanischer Kopaivabalsam. Illurinkopaivabalsam[4, 5]).

Enthält:

I. Illurinsäure $C_{20}H_{28}O_3$,
II. Bitterstoffe,
III. Ätherisches Öl.

Gurjunbalsam[6, 7, 8]).

(Gruppe B: Resenharze.)

Enthält:

I. Gurjuresinol[9]) $C_{15}H_{25}OH$,
II. Gurjuturboresinol[10]) $C_{20}H_{30}O_2$,
III. Gurjoresen $C_{17}H_{28}O_2$,
IV. Bitterstoff,
V. Ätherisches Öl (Gurjunbalsamöl).

Ätherisches Öl besteht aus:

Zwei Sesquiterpenen, α- und β-Gurjunen.

1) Strauß, Liebigs Annalen **148** (1868), p. 148.
2) Tschirch, l. c., p. 782.
3) Abderhalden, l. c., p. 693 und 754.
4) Tschirch, l. c., p. 786.
5) Abderhalden, l. c., p. 693.
6) Tschirch und L. Weil, Archiv d. Pharm. **241** (1903), p. 385.
7) Tschirch, l. c., p. 489.
8) Abderhalden, l. c., p. 630, 694 und 737.
9) Identisch mit Hirschsohns Neutralkörper, Kelos' Kopaivasäure des Handels und wohl auch Machs Metacholestol. (Tschirch, l. c., p. 1070.)
10) Identisch mit Brix Kopaivasäure und Trommsdorffs Metakopaivasäure. (Tschirch, l. c., p. 1070.)

Bestandteile und prozentische Zusammensetzung der Harze der Elemi-Gruppe[1,7,8]. (Gruppe B: Resenharze.)

Name	Amyrin	Harzsäuren			Bryoidin	Resen	Äther, Öl
Manila-Elemi[2] (weich)	Manamyrin $C_{30}H_{50}O$, 20 bis 25 Proz.	α-Manelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 5 bis 6 Proz.	β-Manelemisäure $C_{44}H_{80}O_4$, 8 bis 10 Proz.	—	Bryoidin $C_{21}H_{42}O_3$, 0,8 bis 1 Proz.	Maneleresen $C_{15}H_{30}O$, 30 bis 35 Proz.	20—25 Proz.
Manila-Elemi (hart)	Manamyrin $C_{30}H_{50}O$, 20 bis 25 Proz.	α-Manelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 8 bis 9 Proz.	β-Manelemisäure 6—8 Proz.	—	Bryoidin $C_{21}H_{42}O_3$, 1,0 bis 1,5 Proz.	Maneleresen $C_{15}H_{30}O$, 30 bis 35 Proz.	7—8 Proz.
Yucatan-Elemi	Yucamyrin $C_{30}H_{50}O$, 10 bis 15 Proz.	—	—	—	—	Yuceleresen $C_{23}H_{44}O$, 60 bis 70 Proz.	8—10 Proz.
Afrikanisches Elemi	Afamyrin $C_{30}H_{50}O$, 20 bis 25 Proz.	—	Afelemisäure $C_{44}H_{80}O_4$, 8 bis 10 Proz.	—	—	Afeleresen $C_{15}H_{24}O$, 40 bis 50 Proz.	15—20 Proz.
Protium-(Almessega-) Elemi	Protamyrin $C_{30}H_{50}O$, 30 Proz.	—	—	Protelemisäure, 25 Proz.	—	Proteleresen, 35—40 Proz.	—
Caricari-Elemi[3]	Cariamyrin $C_{30}H_{50}O$, 3 Proz.	Isocarieleminsäure $C_{39}H_{56}O_4$, 5 Proz.	Carieleminsäure $C_{39}H_{56}O_4$, 12 Proz.	Carielemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 20 Proz.	—	Carieleresen $C_{24}H_{46}O_2$, 40 Proz.	3 Proz.
Carana-Elemi[4]	Caramyrin $C_{30}H_{50}O$, 20 bis 25 Proz.	Isocareleminsäure $C_{39}H_{56}O_4$, 2 Proz.	Careleminsäure $C_{39}H_{56}O_4$, 8 Proz.	Carelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 10 Proz.	—	Careleresen $C_{15}H_{24}O$, 30 bis 35 Proz.	10 Proz.
Mauritius- oder Colophonia-Elemi[5]	Colamyrin $C_{30}H_{50}O$, 25 bis 30 Proz.	α-Isocolelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 10 Proz.	Coleminsäure $C_{39}H_{56}O_4$, 3 Proz.	β-Isocolelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 7 Proz.	Bryoidin $C_{21}H_{42}O_3$, $1/2$ Proz.	Coleleresen $C_{15}H_{24}O$, 30 bis 35 Proz.	3 Proz.
Tacamahaca-Elemi[6]	Tacamyrin $C_{30}H_{50}O$, 30 bis 35 Proz.	α-Isotacelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 2 Proz.	Tacelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 2 Proz.	β-Isotacelemisäure $C_{37}H_{56}O_4$, 3 Proz.	—	Taceleresen $C_{15}H_{24}O$, 30 bis 35 Proz.	2 Proz.

1) Tabelle aus Tschirch, »Die Harze und die Harzbehälter«, p. 454.
2) Tschirch und Cremer, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 293.
3) Tschirch und Reutter, Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 117.
4) Tschirch und Saal, Archiv d. Pharm. **241** (1903), p. 149.
5) Tschirch und Saal, Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 348.
6) Tschirch und Saal, Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 352.
7) Abderhalden, l. c., p. 696—701.
8) Tschirch und Saal, Allgemeine Betrachtungen über die Harze der Elemi-Gruppe. Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 366.

Mastix[1, 2, 3]).

(Gruppe B: Resenharze.)

Freie Harzsäuren.

I. α-Mastizinsäure $C_{23}H_{36}O_4$,
II. β-Mastizinsäure $C_{23}H_{36}O_4$,
III. Mastikolsäure (krist.) $C_{23}H_{36}O_4$,
IV. α-Mastikonsäure $C_{32}H_{48}O_4$,
V. β-Mastikonsäure $C_{32}H_{48}O_4$.

Resene.

VI. α-Mastikoresen $C_{35}H_{56}O_4$,
VII. β-Mastikoresen (Mastizin),
VIII. Bitterstoff,
IX. Ätherisches Öl.

Mastixöl enthält: d-Pinen.

Sandarak[4, 5, 6]).

(Gruppe C: Resinolsäureharze.)

Enthält:

I. Sandarakolsäure $C_{44}H_{64}O_4 \cdot OH \cdot COOH$,
II. Kallitrolsäure $C_{62}H_{79}O_7 \cdot OH$,
III. Sandarazinsäure $C_{22}H_{34}O_3$,
IV. Sandaräzinolsäure $C_{24}H_{36}O_3$,
V. Sandarakopimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$,
VI. Sandarokoresen $C_{22}H_{36}O_2$,
VII. Bitterstoff,
VIII. Ätherisches Öl.

Sandarak gibt trocken destilliert:

1. Essigsäure, 2. Bernsteinsäure (?), 3. Kampferähnliche Substanz.

Sandarakolsäure gibt mit Zinkstaub destilliert:

1. Benzol, 2. Toluol, 3. Phenol- und kresolartige Bestandteile.

Dammar[7, 8, 9]).

(Gruppe B: Resenharze.)

I. Dammarolsäure $C_{54}H_{77}O_3(OH)(COOH)_2$,
II. α-Dammaroresen $C_{11}H_{17}O$,
III. β-Dammaroresen $C_{31}H_{52}O$,
IV. Bitterstoff,
V. Ätherisches Öl.

1) Tschirch und Reutter, Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 404.
2) Tschirch, l. c., p. 468.
3) Abderhalden, l. c., p. 628, 710, 767 und 768.
4) Tschirch und Balzer, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 289.
5) Tschirch, l. c., p. 525.
6) Abderhalden, l. c., p. 567, 748, 754, 772 und 773.
7) Tschirch und Glimmann, Archiv d. Pharm. **237** (1896), p. 585.
8) Tschirch, l. c., p. 483.
9) Abderhalden, l. c., p. 695.

Kopale.

Kauriekopal[1, 2, 3].

(Gruppe C: Resinosäureharze.)

Enthält:

I. Kaurinsäure $C_{10}H_{16}O_2$,
II. α-Kaurolsäure $C_{12}H_{20}O_2$,
III. β-Kaurolsäure $C_{12}H_{20}O_2$,
IV. Kaurinolsäure $C_{17}H_{34}O_2$,
V. Kauronolsäure,
VI. Kauroresen,
VII. Bitterstoff,
VIII. Ätherisches Öl.

Manilakopal[4, 5, 6].

(Gruppe C: Resinolsäureharze.)

Enthält:

I. Mankopalinsäure $C_8H_{12}O_2$,
II. Mankopalensäure $C_8H_{14}O_2$,
III. α-Mankopalolsäure $C_{10}H_{18}O_2$,
IV. β-Mankopalolsäure $C_{10}H_{18}O_2$,
V. Mankopaloresen $C_{20}H_{32}O$,
VI. Bitterstoff,
VII. Ätherisches Öl.

Sansibarkopal[7, 8, 9].

(Gruppe C: Resinolsäureharze.)

Enthält:

I. Trachylolsäure $C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$,
II. Isotrachylolsäure $C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$,
III. α-Kopalresen $C_{41}H_{86}O_4$,
IV. β-Kopalresen $C_{25}H_{38}O_4$,
V. Bitterstoff,
VI. Ätherisches Öl.

Accrakopal[10, 11].

Enthält:

I. Accrakopalsäure $C_{21}H_{34}O_3$,
II. α- und β-Accrakopalolsäure,
III. α- und β-Accrakopalensäure,
IV. Accrakopaloresen $C_{15}H_{36}O_6$,
V. Ätherisches Öl.

---

1) Tschirch und Niederstadt, Archiv d. Pharm. **239** (1902), p. 445.
2) Tschirch, l. c., p. 725.
3) Abderhalden, l. c., p. 681, 708 und 764.
4) Tschirch und Koch, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 202.
5) Tschirch, l. c., p. 729.
6) Abderhalden, l. c., p. 708 und 765.
7) Tschirch und Stephan, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 553.
8) Tschirch, l. c., p. 758.
9) Abderhalden, l. c., p. 708, 775—776.
10) Tschirch und Kahan, Archiv d. Pharm. **248** (1910), p. 450.
11) Abderhalden, l. c., p. 709.

Benguelakopal[1, 2]).

Enthält:

I. Bengukopalsäure $C_{18}H_{29}COOH$,
II. Bengukopalolsäure $C_{20}H_{31}O \cdot COOH$,
III. α-Bengukopalresen,
IV. β-Bengukopalresen $C_{22}H_{36}O_2$,
V. Ätherisches Öl.

Beninkopal[3, 4]).

Enthält:

I. Beninkopalsäure $C_{17}H_{32}O_4$,
II. α- und β-Beninkopalolsäure,
III. Beninkopalensäure $C_{27}H_{48}O_2$,
IV. α- und β-Beninkopaloresen,
V. Ätherisches Öl.

Kongokopal[3, 4]).

Enthält:

I. Kongokopalsäure $C_{19}H_{30}O_2$,
II. Kongokopalolsäure $C_{21}H_{33}O \cdot COOH$,
III. α-Kongokopalresen,
IV. β-Kongokopalolresen,
V. Ätherisches Öl.

Guajakharz[5, 6, 7]).

(Gruppe D: Resinolharze.)

Enthält:

I. Guajakharzsäure[8]) $C_{18}H_{18}(OCH_3)_2(OH)_2$,
II. α-Guajakonsäure[9]) ($C_{22}H_{24}O_6$ oder $C_{22}H_{26}O_6$),
III. β-Guajakonsäure[10]) $C_{21}H_{26}O_5$,
IV. Guajazinsäure $C_{21}H_{19}O_4(OH)_3$,
V. Guajaksäure,
VI. Guajakgelb $C_{10}H_9O_2 \cdot OH + H_2O$,
VII. Resen,
VIII. Saponin[11]),
IX. Vanillin,
X. Ätherisches Öl.

---

1) Engel, Farben-Ztg. **15** (1909), p. 132, 171, 216 und 304.
2) Abderhalden, p. 709 und 763.
3) Tschirch und Kahan, Archiv d. Pharm. **248** (1910), p. 442.
4) Abderhalden, l. c., p. 709, 764—765.
5) Doebner und Lücker, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 590 und 610.
6) Tschirch, l. c., p. 805.
7) Abderhalden, l. c., p. 703, 758—759.
8) Herzig und Schiff, Monatshefte für Chemie **18** (1897), p. 714 und 716; **19** (1898), p. 104.
9) P. Richter, Archiv d. Pharm. **244** (1906), p. 90.
10) Ebenda.
11) Abderhalden, l. c., VII. Bd., I. Hälfte, p. 191—194.

Guajakharzsäure und Guajakonsäure geben trocken destilliert:
Tiglinaldehyd (Guajol) $CH_3CH{=}C(CH_3){-}CHO$,
Guajakol $C_6H_4(OH)OCH_3$,
Pyroguajazin $C_{12}H_{10}(OH)OCH_3$.

Guajakharz gibt bei der Zinkstaubdestillation[1]:
Toluol $C_6H_5CH_3$,
Kreosol $C_6H_3(CH_3)OH(OCH_3)$, 1 : 3 : 4),
Meta- und Paraxylol $C_6H_4(CH_3)_2$,
Pseudokumol $C_6H_3(CH_3)_3$, 1 : 2 : 4,
Guajen $C_{12}H_{12}$.

Guajakharz, sowie Guajakharzsäure geben mit Kali geschmolzen[2]:
Flüchtige Fettsäuren, Protokatechusäure, Homobrenzkatechin(?).

Gummilack[3, 4, 5, 6, 7].

(Gruppe E: Aliphatoresine, aliphatische [oder Fett-]Harze.)

Enthält:

I. Wachs, bestehend aus:
1. freien Wachsalkoholen: Cerylalkohol (Cerotin) $C_{27}H_{55}OH$, Myricylalkohol $C_{30}H_{61}OH$,
2. Ester von Melissin-Cerotinöl und Palmitinsäure mit Ceryl- und Myricylalkohol.

Ester geben verseift:

1. Palmitinsäure $C_{15}H_{31}COOH$
2. Cerotinsäure $C_{24}H_{49}COOH$
3. Melissinsäure $C_{29}H_{59}COOH$,
4. Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$.

Cerylalkohol $C_{27}H_{55}OH$,
Myricylalkohol $C_{30}H_{61}OH$,

II. Harzwachs (Ester von Wachsalkoholen mit Harzsäuren).

II. gibt verseift:

1. Harzsäure (Abietinsäure),
2. Wachsalkohole (Cerylalkohol, Myricylalkohol).

---

1) Bötsch, Monatshefte für Chemie **1** (1880), p. 615
2) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **130** (1864), p. 346.
3) Benedikt und Ehrlich, Monatshefte f. Chemie **9** (1888), p. 157.
4) Benedikt und Ulzer, Monatshefte f. Chemie **9** (1888), p. 579.
5) Tschirch und Farner, Archiv d. Pharm. **237** (1899), p. 35.
6) Tschirch, l. c., p. 842.
7) Abderhalden, l. c., p. 719.

III. In Äther unlösliches Harz (Resinotannolester der Aleuritinsäure).

III. gibt verseift:

1. Aleuritinsäure $C_{12}H_{25}O_2 \cdot COOH$,
2. Resinotannol (unbeständig).

IV. In Äther lösliches Harz enthält:

1. Freie Fettsäuren,
2. Resenartige Körper,
3. Erythrolaccin (Oxymethylanthrachinon?) $C_{15}H_{10}O_5 + H_2O$,
4. Farbstoff (Laccainsäure) $C_{16}H_{12}O_8$,
5. Bitterstoff (kristallisiert).

Schellack gibt mit Kali oder Natron verschmolzen:

Azaleinsäure $COOH(CH_2)_7COOH$.

Schellack gibt mit Permanganat oxydiert:

Azaleinsäure.

Perubalsam[1, 2, 3].

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Freie Zimtsäure $C_6H_5CH=CH-COOH$,

II. Vanillin,

III. Cinnamein (flüssiger Teil des Balsams) besteht aus { viel Benzoesäurebenzylester $C_6H_5COO \cdot C_7H_7$, wenig Zimtsäurebenzylester $C_6H_5CH=CH-COOC_7H_7$, Peruviol[4]) $C_{13}H_{22}O$,

IV. Harz (Peruresin-) { Zimtsäure, Benzoesäure } Ester des Peruresinotannols $C_{18}H_{19}O_4 \cdot OH$.

IV. { $C_6H_5CH=CH-COO \cdot C_{18}H_{19}O_4$, $C_6H_5COOC_{18}H_{19}O_4$ } gibt bei der Verseifung:

1. Viel Zimtsäure,
2. Wenig Benzoesäure,
3. Peruresinotannol $C_{18}H_{19}O_4 \cdot OH$.

Perubalsam gibt mit Kali oxydiert[5]):

Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH$ 1 : 2 : 4.

---

1) Tschirch und Trog, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 70.
2) Tschirch, l. c., p. 213.
3) Abderhalden, l. c., p. 714, 741.
4) Thoms, Archiv d. Pharm. **237** (1899), p. 271.
5) Kachler, Berliner Berichte **2** (1869), p. 512.

Tolubalsam[1, 2, 3]).

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Freie Benzoesäure,
II. Freie Zimtsäure,
III. Vanillin,
IV. Cinnamein { Benzoesäurebenzylester $C_6H_5COO \cdot CH_2C_6H_5$, Zimtsäurebenzylester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_7H_7$,
V. Ätherisches Öl (Tolubalsamöl),
VI. Harz (Toluresin-) { Zimtsäure, Benzoesäure } Ester des Toluresinotannols $C_{16}H_{14}O_3(OCH_3)OH$.

VI. { $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_{16}H_{14}O_3(OCH_3)$, $C_6H_5COOC_{16}H_{14}O_3(OCH_3)$ } gibt bei der Verseifung:

1. Viel Zimtsäure $C_6H_5CH{=}CH{-}COOH$,
2. Wenig Benzoesäure C_6H_5COOH,
3. Toluresinotannol $C_{16}H_{14}O_3(OCH_3)OH$.

Toluresinotannol gibt mit Kali geschmolzen:

1. Essigsäure CH_3COOH, 2. Baldriansäure, 3. Protokatechusäure.

Toluresinotannol gibt bei der Zinkstaubdestillation:

1. Phenol, 2. Kreosot, 3. Naphthalin.

Storax[4, 5, 6, 7]).

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Styrol $C_6H_5CH{=}CH_2$,
II. Freie Zimtsäure $C_6H_5CH{=}CH{-}COOH$,
III. Styrazin (Zimtsäurezimtester) $C_6H_5CH{=}CHCOOC_9H_9$,
IV. Zimtsäureäthylester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_2H_5$,
V. Zimtsäurephenylpropylester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_9H_{11}$,
VI. α- und β-Storesin[8]) $C_{35}H_{55}(OH)_3$,
VII. Storesinol $C_{16}H_{25} \cdot O \cdot OH$,

1) Tschirch und Oberländer, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 559.
2) Tschirch, l. c., p. 237.
3) Abderhalden, l. c., p. 612 und 725.
4) v. Miller, Liebigs Annalen **188** (1877), p. 184; **189** (1877), p. 338.
5) Tschirch und van Itallie, Archiv d. Pharm. **239** (1901), p. 506.
6) Tschirch, l. c., p. 291.
7) Abderhalden, l. c., p. 607, 720 und 744.
8) v. Miller, l. c., p. 216.

VIII. Storaresin (Zimtsäure-Storesinolester) $C_6H_5CH{=}CH{-}CO{-}O{-}C_{16}H_{25}O$,
IX. Vanillin,
X. Ätherisches Öl (Storaxöl).

VIII. gibt verseift:

1. Zimtsäure, 2. Storesinol.

Storesinol gibt mit Kali geschmolzen:

1. Essigsäure CH_3COOH, 2. Salizylsäure $C_6H_4(OH)COOH$.

Storesinol gibt trocken destilliert:

1. Phenol C_6H_5OH,
2. Kresol $C_6H_4(CH_3)OH$,
3. Benzol C_6H_6,
4. Toluol $C_6H_5CH_3$,
5. Phenylacetylen(?) $C_6H_5C{\equiv}CH$.

Storesinol gibt bei der Zinkstaubdestillation:

1. Phenol, 2. Benzol, 3. Toluol.

Amerikanischer Storax (Sweetgum)[1, 2].

Enthält:

I. Styrol,
II. Freie Zimtsäure,
III. Styrazin,
IV. Zimtsäureäthylester,
V. Zimtsäurephenylpropylester,
VI. Styresinol $C_{16}H_{26}O_2$,
VII. Vanillin.

Benzoe.

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Sumatrabenzoe[3, 4, 5, 6].

Enthält:

I. Styrol $C_6H_5CH{=}CH_2$,
II. Benzaldehyd C_6H_5CHO,
III. Vanillin $C_6H_3(OH)(OCH_3)CHO$ 1 : 2 : 4,
IV. Freie Benzoesäure C_6H_5COOH,
V. Freie Zimtsäure $C_6H_5CH{=}CH{-}COOH$,
VI. Styrazin (Zimtsäurezimtester) $C_6H_5CH{=}CHCOOC_9H_9$,
VII. Zimtsäurephenylpropylester $C_6H_5CH{=}CHCOOC_9H_{11}$,

1) Tschirch, l. c., p. 308.
2) Abderhalden, l. c., p. 720.
3) Tschirch und Lüdy, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 43 und 500.
4) Tschirch, l. c., p. 200.
5) Abderhalden, l. c., p. 688, 732 und 745.
6) Schmid, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 95.

VIII. Harz (Benzoresine)-Zimtsäurebenzoresinolester $C_6H_5CH{=}CHCOOC_{16}H_{25}O$,

IX. Zimtsäuresumaresinotannolester $C_6H_5CH{=}CHCOOC_{18}H_{19}O_3$.

VIII. gibt bei der Verseifung:

1. Zimtsäure, 2. Benzoresinol $C_{16}H_{25}O \cdot OH$.

XI. gibt bei der Verseifung:

1. Zimtsäure, 2. Sumaresinotannol $C_{18}H_{19}O_3OH$.

Benzoe gibt mit Kali geschmolzen[1]):

1. Flüchtige Fettsäuren,
2. Benzoesäure C_6H_5COOH,
3. p-Oxybenzoesäure $C_6H_4(OH)COOH$,
4. Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH$ 1 : 2 : 4,
5. Brenzkatechin $C_6H_4(OH)_2$ 1 : 2.

Benzoe gibt trocken destilliert[2]):

1. Benzoesäure, C_6H_5COOH
2. Benzoesäuremethylester $C_6H_5COOCH_3$,
3. Benzoesäurebenzylester $C_6H_5COOC_7H_7$,
4. Vanillin $C_6H_3(OH)(OCH_3)CHO$ 1 : 2 : 4,
5. Guajakol $C_6H_4(OH)(OCH_3)$ 1 : 2,
6. Azetylguajakol $C_6H_4(OCH_3CO)(OCH_3)$,
7. Pyrokatechin $C_6H_4(OH)_2$ 1 : 2,
8. Benzophenon $C_6H_5{-}CO{-}C_6H_5$,
9. Styrol $C_6H_5CH{=}CH_2$.

Benzoe gibt bei der Zinkstaubdestillation[3]):

Toluol $C_6H_5CH_3$, Naphthalin $C_{10}H_8$,
o-Xylol $C_6H_4(CH_3)_2$, Methylnaphthalin $C_{10}H_7CH_3$.

Siambenzoe[4, 5, 6]).

Enthält:

I. Freie Benzoesäure,

II. Benzoesäureester (Alkohol, ein Zimt- oder Benzylalkohol),

1) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **134** (1865), p. 270.
2) Jacobsen, Archiv d. Pharm. **22** (1884), p. 366.
3) Ciamician, Berliner Berichte **11** (1878), p. 274.
4) Tschirch und Lüdy, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 461 und 504.
5) Tschirch, l. c., p. 208.
6) Abderhalden, l. c., p. 689 und 743.

III. Vanillin,

IV. Harz (Benzoresine)-Benzoesäureresinolester $C_6H_5COOC_{16}H_{25}O$,

V. Benzoesäuresiaresinotannolester $C_6H_5COOC_{12}H_{13}O_2$.

IV. gibt bei der Verseifung:

1. Benzoesäure, 2. Benzoresinol $C_{16}H_{25}O \cdot OH$.

V. gibt bei der Verseifung:

1. Benzoesäure, 2. Siaresinotannol $C_{12}H_{13}O_2 \cdot OH$.

Drachenblut (Palmendrachenblut)[1, 2, 3].

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Enthält:

I. Dracoalban $C_{20}H_{40}O_4$,

II. Dracoresen $C_{26}H_{44}O_2$,

III. Dracoresin (rotes Harz) besteht aus:

Benzoesäure-Dracoresinotannolester $C_6H_5COO.C_8H_9O$ und
Benzoylessigsäure-Dracoresinotannolester $C_6H_5COCH_2COOC_8H_9O$.

III. gibt bei der Verseifung:

1. Benzoesäure C_6H_5COOH,
2. Dracoresinotannol $C_8H_9O.OH$,
3. Essigsäure CH_3COOH,
4. Azetophenon $CH_3—CO—C_6H_5$.

Dracoresinotannol gibt trocken destilliert:

Kohlenwasserstoffe:	Phenole:
Benzol C_6H_6,	Phenol C_6H_5OH,
Toluol $C_6H_5CH_3$,	Resorzin $C_6H_4(OH)_2$ 1 : 3,
Styrol $C_6H_5CH=CH_2$,	Pyrogallol $C_6H_3(OH)_3$ 1 : 2 : 3,
Phenylazetylen $C_6H_5C\equiv CH$.	Phlorogluzin $C_6H_3(OH)_3$ 1 : 3 : 5.

Essigsäure CH_3COOH.

Drachenblut gibt mit Kali geschmolzen[4]:

Benzoesäure C_6H_5COOH,
Paraoxybenzoesäure $C_6H_4(OH)COOH$,
Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH$,
Phlorogluzin $C_6H_3(OH)_3$.

1) Tschirch und K. Dieterich, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 401.
2) Tschirch, l. c., p. 259.
3) Abderhalden, l. c., p. 695 und 733.
4) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **134** (1865), p. 283.

Drachenblut gibt mit Zinkstaub destilliert[1]):

Styrol $C_6H_5CH{=}CH_2$,
Toluol $C_6H_5CH_3$,
Äthylbenzol $C_6H_5C_2H_5$.

Xanthorrhoea-(Akaroid-)Harze.

(Gruppe A: Resinotannol- oder Tannolharze.)

Gelbes Akaroidharz[2, 3, 4, 5]).

Enthält:

I. Freie Parakumarsäure $C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOH$,
II. Freie Zimtsäure $C_6H_5CH{=}CH{-}COOH$,
III. Vanillin (?),
IV. Paraoxybenzaldehyd $C_6H_4(OH)CHO$,
V. Styrazin (Zimtsäurezimtester)
$C_6H_5CH{=}CH{-}COOCH_2CH{=}CH{-}C_6H_5$,
VI. Zimtsäurephenylpropylester (?)
$C_6H_5CH{=}CH{-}COOCH_2{-}CH_2{-}CH_2C_6H_5$,
VII. Xanthoresin (Harz) besteht aus:
Parakumarsäure-Xanthoresinotannolester
$C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOC_{43}H_{45}O_9$ und
Zimtsäure-Xanthoresinotannolester
$C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_{43}H_{45}O_9$,
VIII. Ätherisches Öl (Xanthorrhoeaharzöl).

VII. gibt bei der Verseifung:

1. Parakumarsäure $C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOH$,
2. Zimtsäure $C_6H_5CH{=}CH{-}COOH$,
3. Xanthoresinotannol $C_{43}H_{45}O_9.OH$.

Akaroidharz gibt mit Kali geschmolzen[6]):

Paraoxybenzoesäure $C_6H_4(OH)COOH$,
Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH$,
Resorzin $C_6H_4(OH)_2$ 1 : 3,
Brenzkatechin $C_6H_4(OH)_2$ 1 : 2.

---

1) Bötsch, Monatshefte f. Chemie **1** (1880), p. 609.
2) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **14** (1893), p. 333.
3) Tschirch und Hildebrand, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 698.
4) Tschirch, l. c., p. 249.
5) Abderhalden, l. c., p. 578, 684 und 746.
6) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **139** (1866), p. 78.

Xanthoresinotannol gibt bei der Zinkstaubdestillation:

Phenol C_6H_5OH, Benzol C_6H_6,
Naphthalin $C_{10}H_8$, Toluol $C_6H_5CH_3$.

Rotes Akaroidharz[1,2,3,4]).

Enthält:

I. Freie Parakumarsäure,
II. Paraoxybenzaldehyd,
III. Vanillin(?),
IV. Xanthoresin (Harz) besteht aus:
Parakumarsäure-Erythroresinotannolester
$C_6H_4(OH)CH=CH—COOC_{40}H_{39}O_9$.

IV. gibt bei der Verseifung:

1. Parakumarsäure,
2. Erythroresinotannol $C_{40}H_{39}O_9.OH$.

Harzanalyse[5,6]).

Die Harzuntersuchungsmethoden sind durch die zahlreichen Arbeiten über die Zusammensetzung dieser Sekrete, insbesonders durch die wertvollen Arbeiten von A. Tschirch und seinen Schülern wesentlich gefördert worden, denn ebenso wie es für die Analyse der Fette und Öle wichtig war, zuerst die Hauptbestandteile dieser Körper kennen zu lernen und, auf diese Studien gestützt, analytische Untersuchungsmethoden auszuarbeiten, ebenso mußte zuerst eine genaue Erforschung der Bestandteile der Harze erfolgen, bevor an eine erfolgreiche Analyse dieser Rohstoffe gedacht werden konnte.

Die obengenannten Verhältnisse sind bei den Harzen sehr verwickelt, da keines der natürlichen Harze ein chemisches Individuum ist, sich vielmehr als ein kompliziertes Stoffgemenge darstellt.

Weil die Harze während und nach der Gewinnung oxydierenden Einflüssen ausgesetzt sind, können sich dieselben verändern und es

1) M. Bamberger, Monatshefte f. für Chemie **14** (1893), p. 341.
2) Tschirch und Hildebrand, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 698.
3) Tschirch, l. c., p. 256.
4) Abderhalden, l. c., p. 684 und 734.
5) K. Dieterich, »Analyse der Harze, Balsame und Gummiharze nebst ihrer Chemie und Pharmakognosie«, Julius Springer, Berlin 1900; von demselben Autor »Die Untersuchungen der Harze, Balsame und Gummiharze«, in Lunge-Berls Chemischtechnischen Untersuchungsmethoden, VI. Aufl., 3. Bd., p. 766, Julius Springer, Berlin 1911; von demselben Autor, Artikel »Harze« in Abderhalden, Biochemisches Lexikon, VII. Bd., 2. Hälfte.
6) A. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter.

sind daher die Analysenwerte viel größeren Schwankungen unterworfen, als dies bei den Fetten und Ölen der Fall ist; man ist daher genötigt, Grenzwerte nach oben und unten festzusetzen.

Um die qualitative Analyse der Harze hat sich besonders Hirschsohn[1]) verdient gemacht; die in der Fettanalyse gebräuchlichen Methoden der Bestimmung der Säure-, Ester- und Verseifungszahl wurden von Kremel[2]), Schmidt und Erban[3]), Williams, Mills, Beckurts und Brüche[4]), E. und K. Dieterich, Gehe & Co. sowie Henriques auch zur Analyse der Harze und Balsame verwendet.

Die Methylzahlen von einigen Harzen wurden von M. Bamberger[5]) und Gregor[6]) bestimmt, und die Menge des Karbonylsauerstoffs in diesen von Kitt[7]) ermittelt.

Definition der verschiedenen Konstanten[8]):

1. Säurezahl = S.-Z. (direkt = d. und indirekt = ind.): die Anzahl Milligramme KOH, welche die freie Säure von 1 g Harz bei der direkten oder der Rücktitration zu binden vermag.

2. Säurezahl der flüchtigen Anteile = S.-Z.-f.: die Anzahl Milligramme KOH, welche 500 g Destillat von 0,5 g Gummiharz (Ammoniacum, Galbanum), mit Wasserdämpfen abdestilliert, zu binden vermag.

3. Verseifungszahl = V.-Z. (heiß = h. und kalt = k.): die Anzahl Milligramme KOH, welche 1 g Harz bei der Verseifung auf kaltem oder heißem Wege zu binden vermag.

4. Harzzahl = H.-Z.: die Anzahl der Milligramme KOH, welche 1 g gewisser Harze und Gummiharze bei der kalten fraktionierten Verseifung mit nur alkoholischer Lauge zu binden vermag.

5. Gesamtverseifungszahl = G.-V.-Z. (fraktionierte Verseifung): die Anzahl Milligramme KOH, welche 1 g gewisser Harze und Gummiharze, bei der kalten fraktionierten Verseifung mit alkoholischer und wässeriger Lauge nacheinander behandelt, in summa zu binden vermag.

6. Gummizahl = G.-Z.: die Differenz von Gesamtverseifungs- und Harzzahl.

7. Esterzahl = E.-Z.: die Differenz von Verseifungs- und Säurezahl.

1) Hirschsohn, Fresenius Zeitschrift **17** (1878), p. 256.
2) Kremel, Fresenius Zeitschrift **26** (1887), p. 262.
3) Schmidt und Erban, Monatshefte f. Chemie **7** (1886), p. 655.
4) Archiv d. Pharm. **230** (1892), p. 64.
5) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **11** (1890), p. 84.
6) Gregor, Österreichische Chemiker-Zeitung **1** (1898), p. 288.
7) Kitt, Cöthener Chemiker-Zeitung **22** (1898), p. 358.
8) K. Dieterich in Lunge-Berl, l. c., p. 770.

8. Azetylzahl = A.-Z.: die Differenz von Azetylverseifungs- und Azetylsäurezahl.

9. Karbonylzahl = K.-Z.: die Prozente Karbonylsauerstoff der angewandten Substanz.

10. Methylzahl = M.-Z.: die Menge Methyl, welche 1 g Harz ergibt.

K. Dieterich, der sich sehr eingehend mit der Analyse der Harze

Grenzwerte der

Nr.	Name des Harzes	Säurezahl S.-Z. d. S.-Z. ind.	Verseifungszahl V.-Z. h. V.-Z. k.
1	Gummigutt	d. 71—86	—
2	Asa foetida	ind. 65—80	h. 120—185
3	Galbanum	ind. 21—64	h. 75—245
4	Ammoniacum	ind. 47—93	h. 145—235
5	Gewöhnlicher Terpentin	d. 110—145	h. 108—180
6	Lärchen-Terpentin (venetian. Terpentin)	d. 65—100	h. 85—130
7	Kolophonium	ind. 145—185 d. 150—185	h. 165—195
8	Resina Pini	d. 156,8—165,2 ind. 156,8—162,4	k. 156.8 h. 159,6—162,4
9	Überwallungsharze der Schwarzföhre (Pinus Laricio, Poir.)	116,6	—
10	Überwallungsharze der Fichte (Picea vulgaris, Link)	125,0—127,7	—
11	Mekkabalsam	d. 40—62	k. 140—144
12	Marakaibo (Kopaivabalsam)	d. 75,0—100,0	k. 80—90 h. 80—100
13	Para (Kopaivabalsam)	d. 49—62	k. 64—71 h. 30—70
14	Gurjunbalsam	d. 5—20	k. 10—26,5 h. 8—20,0
15	Manilaelemi (weich)	d. 17—24	h. 25—49
16	Manilaelemi (hart)	d. 2—24	h. 25—70
17	Mastix (levant.)	d. 50—70 ind. 44—66	—
18	Sandarak (afrikanisch)	d. 97—144 ind. 130—160	—
19	Dammar (schwarz)	ind. 49—53	—
20	Schellack (halb gebleicht)	d. 43—67	h. 173—205
21	Schellack (ganz gebleicht)	d. 73—81	h. 176—222
22	Kaurikopal	d. 103—106 ind. 106—112	k. 112—117 h. 112—117

1) Die in der vorstehenden Tabelle verzeichneten Grenzwerte der Konstanten

beschäftigte, hat für eine große Anzahl dieser Sekrete die Grenzwerte der genannten Konstanten ermittelt, von denen ein Teil in der folgenden Tabelle verzeichnet ist. Diese Zahlen gestatten, Schlüsse auf die Reinheit und den Wert dieser Sekrete zu ziehen und es dürften die Fortschritte in der Erforschung der Harze es ermöglichen, diese Konstanten zur genauen Charakterisierung medizinisch und technisch verwendbarer Harze bezüglich Wirkung und Handelswertes heranzuziehen.

Konstanten[1]).

Harzzahl H.-Z.	Gesamt-Verseifungszahl G.-V.-Z.	Gummizahl G.-Z.	Esterzahl E.-Z.	Methylzahl M.-Z.	Karbonylzahl K.-Z.
105—116	121—138	14—22	—	0,0	1,25—1,38
—	—	—	80—130	6—18	0,20
107—123	116—136	8—16	50—180	3,7	—
103—105	105—108	—	—	8,6—11	—
—	—	—	2—60	0,0	0,28—0,57
—	—	—	0—55	0,0	—
—	—	—	—	0,0	0,54—0,56
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	49,6—50,9	0,79—1,04
—	—	—	—	33—35	—
—	—	—	81—101	—	—
—	—	—	3,0—6,0	0,0	0,0
—	—	—	2,0—18,0	—	—
—	—	—	1—15	—	—
—	—	—	—	0,0	1,08
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0—1,9	—
—	—	—	—	0,0	0,43—0,74
—	—	—	—	0,0	—
—	—	—	111—144	0,0	—
—	—	—	102—148	—	—
—	—	—	—	—	—

sind den früher zitierten Arbeiten K. Dieterichs entnommen.

Nr.	Name des Harzes	Säurezahl S.-Z. d. S.-Z. ind.	Verseifungszahl V.-Z. h. V.-Z. k.
23	Sansibarkopal	d. 35—95 ind. 60—65	—
24	Guajakharz	d. 20—45 ind. 70—97	—
25	Perubalsam	d. 40—80	k. 240—270 h. 220—260
26	Tolubalsam	d. 20—24	h. 160—164
27	Storax (orientalisch)	d. 40—70	k. 104—185
28	Storax (amerikanisch)	89,3	192,7
29	Sumatrabenzoe	ind. 100—130	k. 180—230
30	Siambenzoe	ind. 140—170	h. 220—240
31	Drachenblut (Palmen-)	—	—
32	Akaroidharz gelb (gereinigtes Harz)	d. 132—133	h. 220—225
33	Akaroidharz gelb (Rohharz)	—	—
34	Akaroidharz rot[1] (gereinigtes Harz)	—	—
35	Akaroid rot[2] (Rohharz)	—	—

Die Löslichkeit der Harze in den verschiedenen Solventien, die im speziellen Teile näher besprochen werden wird, ist eingehend studiert worden. Namentlich haben sich Sack und E. Hirschsohn[3] in dieser Richtung beschäftigt und hat letztgenannter die gewonnenen Resultate in zwei Tabellen[4] niedergelegt.

Unter den verschiedenen Lösungsmitteln ist besonders das von Flückiger zuerst angegebene Chloral zu nennen. Es fanden Schär und Mauch, daß 60—80 proz. Chlorallösungen die meisten Harze lösen. A. Tschirch und Brüning[5] konstatierten, daß die Harzsäuren der Koniferen in 80 proz. Chloralhydratlösung in der Kälte schwer, in der Wärme aber leicht löslich sind, während die Resene der Koniferenharze zumeist von dem genannten Lösungsmittel nicht aufgenommen werden.

Conrady fand, daß viele Harze sich in konzentrierter Natriumsalizylatlösung lösen und Flemming und Valenta[6] konnten die Löslichkeit zahlreicher Harze in Epichlorhydrin und Dichlorhydrin konstatieren.

»Die Löslichkeit der Harzkörper läßt sich nach Sack[7] praktisch in folgender Tabelle zusammenstellen, wozu bemerkt sei, daß diese Angaben

1) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **14** (1893), p. 333.
2) Ebenda.
3) Pharmaz. Zeitschrift für Rußland **14** (1875), p. 225.
4) Ebenda 1877, p. 70; auch in Pharmazeut. Jahrhundert 1877, p. 404.
5) Tschirch und Brüning, l. c., p. 41.
6) K. Dieterich, Analyse der Harze, p. 23—24.
7) Ebenda.

Harzzahl H.-Z.	Gesamt-Verseifungszahl G.-V.-Z.	Gummizahl G.-Z.	Esterzahl E.-Z.	Methylzahl M.-Z.	Karbonylzahl K.-Z.
—	—	—	—	—	0,61
—	—	—	—	73—84	—
—	—	—	140—200	16—22	—
—	—	—	137—141	41,7	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	103,4	3,6—4,5	—
—	—	—	65—125	20—25	—
—	—	—	50—75	30—43	—
80—120	86—173	—	—	25,3—27,6	0,92
—	—	—	—	34,73	—
—	—	—	—	27,66—29,0	0,29
—	—	—	—	71,12	—
—	—	—	—	60,3—60,9	0,84

in ihrer allgemeinen Fassung nur annähernd den heutigen Erfahrungen noch entsprechen: In Weingeist lösen sich Dammar und Bernstein nicht, Kopal backt darin zusammen, Elemi löst sich schwierig, Kolophonium, Schellack, Sandarak und Mastix lösen sich leicht. In Äther sind unlöslich Bernstein und Schellack, Kopal schwillt auf, Dammar, Kolophonium Elemi, Sandarak und Mastix lösen sich leicht. In Essigsäure schwillt nur das Kolophonium auf, alle übrigen werden nicht angegriffen. Natronlauge löst Schellack leicht, Kolophonium schwierig, die übrigen nicht. Schwefelkohlenstoff löst Schellack und Bernstein nicht, Kopal schwillt an, Elemi, Sandarak und Mastix lösen sich schlecht, Dammar und Kolophonium leicht. Terpentinöl löst Schellack und Bernstein nicht, Kopal schwillt auf, Dammar, Kolophonium, Elemi und Sandarak werden gut, Mastix sehr gut gelöst. Benzol löst Kopal, Bernstein und Schellack nicht, Elemi und Sandarak schlecht, Dammar, Kolophonium und Mastix sehr gut. Petroleumäther löst nur Dammar und Mastix gut, Kolophonium, Elemi und Sandarak schlecht, die übrigen gar nicht. Siedendes Leinöl wirkt nicht auf Kopal und Bernstein, schwierig auf Schellack, Elemi und Sandarak, löst aber Dammar, Kolophonium und Mastix leicht. Ammoniakflüssigkeit löst nur Kolophonium leicht. Konz. Schwefelsäure löst alle mit brauner, nur Dammar mit lebhaft roter Farbe.«

Über die Mikrochemie der Harze, welche noch im Anfangsstadium steht, siehe näheres in O. Tunmann, Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913, Gebrüder Borntraeger.

Löslichkeitstabelle einiger Harze und Balsame[1]).

Die Zahlen geben das Unlösliche in Prozenten an.
v. l. bedeutet: vollständig löslich. — f. v. l. bedeutet: fast vollständig löslich.

Harz oder Balsam		Spiritus	Äther	Chloroform	Essigäther	Benzol	Petroläther	Terpentinöl	Schwefelkohlenstoff
Balsamum Canadense	B.	6,76	f. v. l.	v. l.	v. l.	v. l.	16,54	v. l.	f. v. l.
» » depur.	A.	6,42	v. l.	»	f. v. l.	»	7,27	f. v. l.	»
» Copaivae	L.	f. v. l.	»	»	»	»	f. v. l.	»	»
» » Mar.	A.	»	»	»	»	»	v. l.	»	»
» de Mekka	D.	v. l.	»	»	v. l.	»	»	»	»
» Peruvian.	L.	»	2,4	»	»	1,97	32,07	14,17	13,60
» »	B.	f. v. l.	6,33	»	»	5,73	33,67	13,79	12,57
» Tolutanum	B.	v. l.	46,80	»	»	12,27	93,50	66,69	73,20
» » natur.	A.	»	15,68	»	»	f. v. l.	97,78	45,45	52,02
Kolophonium	L.	»	v. l.	»	»	v. l.	3,21	v. l.	v. l.
Elemi hart	A.	»	»	»	»	»	v. l.	»	»
» Manill.	C.	»	»	»	»	»	1,83	»	»
Resina Pini Burgd.	D.	»	f. v. l.	»	»	»	15,05	»	»
» » raffin.	A.	»	v. l.	»	»	»	2,34	57,2	»
» Guajac. mass.	A.	24,01	30,09	35,77	24,30	31,60	93,31	52,23	72,19
» » natur.	A.	47,72	77,07	66,09	50,83	80,61	89,94	87,08	85,84
Styrax liquid. dep.	W.	f. v. l.	f. v. l.	»	v. l.	4,25	39,99	7,92	13,20
Terebinthina comm.	B.	v. l.	v. l.	v. l.	»	v. l.	4,84	v. l.	»

III. Vorkommen der Harze und Balsame.

Daß die Harze zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen gehören, ist allgemein bekannt und durch zahlreiche chemische Untersuchungen erwiesen[2]). Fast in allen Abteilungen des Gewächsreiches hat man diese Körper aufgefunden, selbst im Gewebe der Pilze[3]); man hat ihre Gegenwart auch in allen Pflanzenorganen und mit Ausnahme des Kambiums in allen bekannten Gewebsarten nachgewiesen.

Sie finden sich in den Zellen entweder als Anteil der Zellwand oder im Zellinhalte; besonders häufig in interzellularen Sekretbehältern. Trotz der außerordentlich großen Verbreitung der Harze im Gewächs-

1) E. Dieterich, Helfenberger Annalen (1891), p. 32.

2) S. die bekannten Phytochemien von Rochleder, Husemann, insbesondere die Biochemie von F. Czapek, Jena 1905, 2 Bde. und das Werk Wehmers: »Die Pflanzenstoffe«, botanisch systematisch bearbeitet, Jena 1911.

3) Dr. Harz, Beiträge zur Kenntnis des Polyporus officinalis. Bulletin de la Soc. impér. des Naturalistes de Moscou. 1868. Tschirch, l. c., 1906.

reiche ist die Zahl der Pflanzen, welche brauchbare Harze liefern, eine verhältnismäßig geringe, und auch die Zahl der Pflanzenfamilien, welchen diese Gewächse angehören, nur eine relativ kleine.

Hauptsächlich entstehen die Harze in der Rinde und im Holze und sammeln sich dann entweder auf der Stammoberfläche, oder aber im Innern des betreffenden Pflanzenteils an.

Die bis jetzt bekannt gewordenen zumeist baumartigen Gewächse, welche Harze liefern, folgen hier, nach natürlichen Familien geordnet[1]).

1. Pinaceen (Araucarieen)[2]).

Dammara orientalis Lam. (= Dammara alba Rumph. = Agathis loranthifolia Salisb.), s. Kopal.

D. australis Don
D. ovata Moore } s. Kopal.

D. nigra Rumph., s. Dammar.

Araucaria intermedia Vieill. (= *Eutacta Pancherii Carr.* [Carrière, Traité général des conifères, Paris 1867, p. 615]). Neukaledonien. Liefert ein Harz. Cat. des Col. fr. 1867, p. 73.

A. Coocki R. Br. Neukaledonien. Das Harz fließt aus den Zapfen aus. Cat. des Col. fr., p. 73.

E. Heckel empfiehlt diese und andere Araukarien zur Akklimatisation in den französischen Kolonien. Nach seinen Untersuchungen liefern die Araukarien Gummiharze, welche ein dem arabischen Gummi analoges Gummi und ein dammar- oder kopalähnliches Harz enthalten. Heckel proponiert, das Gummi vom Harz zu trennen und jedes für sich der industriellen Verwertung zuzuführen; er verspricht sich von der Ausführung dieses Vorschlages bedeutenden praktischen Erfolg. Revue générale des sciences, Paris. 15. Mai 1898.

A. brasiliana Lamb. Bergregionen des mittleren und südlichen Brasilien. Liefert ein hellfarbiges Harz. Eichler in Engler-Prantls Pflanzenfamilien II, 1, p. 69. Das Harz, Resina de pinheira, enthält 6,43 Proz. ätherisches Öl, 8—9 Proz. harzige Bestandteile und 50 Proz. Gummi und Schleim. Hartwich, Neue Arzneidrogen 1877; Tschirch, Harze und Harzbehälter 1906, I, p. 577.

Araucaria excelsa, R. Br. Ein in Peru von Wawra gesammeltes Harz aus der Sammlung des Wiener botan. Universitätsmuseums, welches mir von Herrn Prof. v. Wettstein zur Untersuchung überlassen wurde,

---

1) Zahlreiche, in nachfolgender Zusammenstellung nicht genannte Pflanzen, welche lokal benutzte, zumeist zu Heilzwecken dienende Harze liefern, sind in Dragendorffs Werk (»Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten«, Stuttgart 1898) aufgeführt. S. auch Wehmer, l. c.

2) S. p. 88 und ebendaselbst Note 2.

enthält nach einer von Prof. V. Grafe im Wiener pflanzenphysiol. Institute ausgeführten Untersuchung 25,8 Proz. Harz und 74,2 Proz. Gummi, welches der Hauptmasse nach aus Arabin besteht. Dieses Gummiharz ist stalaktitisch geformt, durchscheinend, hat eine braune Farbe und einen terpentinartigen Geruch. Guajaktinktur gab weder für sich, noch auf Zusatz von Wasserstoffhyperoxyd in den Lösungen dieses Gummiharzes Blaufärbung; das Gummiharz enthält also weder eine Oxydase noch eine Peroxydase.

2. Pinaceen (Abietineen).

Picea excelsa Link (= Abies excelsa Lam. = Pinus Picea Du Roi), s. Terpentin und gemeines Harz.

P. orientalis Link. Kleinasien, Kaukasus. Aus den Zweigspitzen tritt ein Harz in Tropfenform, welches erhärtet im Handel unter dem Namen »Sapindusträne« erscheinen soll. Eichler in Engler-Prantls Pflanzenfamilien II, 1, p. 79.

A. pectinata DC. (Pinus Picea L. = P. Abies Du Roi = Abies alba Mill.), s. Terpentin und gemeines Harz.

A. balsamea Mill. (= A. balsamifera Mich. = Pinus balsamea L.), s. Terpentin.

A. canadensis Mich., s. Kanadabalsam.

Abies sibirica Ledeb. Wird in Rußland (Gouvernement Wologda) geharzt und bildet eine geringe, unreine Harzsorte (Belji var soviel als weißes Pech).

Pseudotsuga mucronata Ludw. (= Abies mucronata Rafin. = A. Douglasii Lindl. = Pseudotsuga Carr.) s. Oregonbalsam.

Pinus maritima Lamb. (= Pinus Pinaster Sol.), s. Terpentin und gemeines Harz.

P. Laricio Poir. (= P. nigricans Host. = P. austriaca Tratt. = Pinus nigra Arnold), s. Terpentin und gemeines Harz.

P. Cembra L.
P. resinosa Ait.
P. silvestris L.
P. strobus L.
P. Tæda L.
P. palustris Mill.
P. australis Michaux (= P. palustris Michaux fil.)
P. australis Dum. Cours.
P. cubensis Grieseb.
P. Fraseri Pursh.
P. orientalis Link
P. longifolia Roxb.
P. Khasiana Griff. = P. Khasya Royle

} s. Terpentin und gemeines Harz.

P. halepensis Mill. Griechenland. Liefert daselbst das gewöhnliche Terpentinharz, welches hier stark zur Bereitung des Resinatweines dient. Heldreich, l. c., p. 14.

P. sumatrana Jungh. (= *P. Merkusii Jungh.*, später), siehe Dammar.

P. Hartwegii Lindl. (P. Ixtacihuatlii Roezl.). Mexiko. Liefert Terpentin. Dragendorff, l. c., p. 66.

P. densiflora Sieb. et Zucc. Japan. Liefert Terpentin und Harz.

P. Thunbergii Palat. Japan. Desgleichen. *P. Thunbergii* wird gleich *P. densiflora* in Japan zum Zwecke der Darstellung des japanischen Terpentins geharzt. Enthält 10 Proz. Terpentinöl. Dieser Terpentin wurde von Tschirch und Burchhardt chemisch untersucht. Tschirch, Harze und Harzbehälter, 2. Auflage. Leipzig 1906. I, p. 595.

Larix europæa DC (= L. decidua Mill. = Pinus Larix L.), s. Terpentin.

3. Pinaceen (Cupressineen).

Callitris quadrivalvis Vent. (= Thuya articulata Vahl = Frenela Fontanesii Mirb.), s. Sandarak.

C. Preissii Miq. (C. robusta R. Br. = Frenella robusta Cunn.) s. Sandarak.

C. verrucosa R. Br.
C. cupressiformis Vent.
C. Macleyana F. Muell.
C. Parlatorei F. Muell.
C. columellaris F. Muell.
C. Muelleri Benth. et Hooker
C. calcarata R. Br.
} s. Sandarak.

Juniperus communis L. Das aus der Rinde des Wacholders ausfließende Harz wurde früher gesammelt und kam als Wacholderharz oder deutscher Sandarak in den Handel.

4. Palmen.

Dæmonorops Draco Mart. (= Calamus Draco Willd. = Calamus Rotang δ Draco L.), s. Drachenblut.

D. accedens Bl.
D. propinquus Becc.
D. Draconocellus Becc.
} s. Drachenblut.

5. Liliaceen (Asphodeloideen).

Xanthorrhoea australis R. Br.
X. arborea R. Br.
X. hastilis Sm. (= X. resinosa Pers.)
X. Tateana F. Muell.
X. Preissii Endl.
X. macronema F. Muell.
X. quadrangulata F. Muell.
} s. Xanthorrhoeaharz.

6. Liliaceen (Dracænoideen).

Dracæna Draco L.
D. Ombet Kotschy
D. schizantha Baker
D. Cinnabari Balf.
} s. Drachenblut.

7. Betulaceen.

Betula verrucosa Ehrh. (= B. alba L.) und *B. pubescens Ehrh. (= B. alba L.).* Die Rinde liefert den sogenannten Birkenkampfer, Birkenharz oder Betulin. Gmelin, Handbuch, VII, 2, p. 1810. Beilstein, Handbuch der org. Chemie, III (1890), p. 375. Tunmann, 1913, l. c.

8. Moraceen (Artocarpoideen).

Ficus religiosa L.
F. indica Vahl
F. bengalensis L.
F. laccifera Roxb.
Urostigma rubescens Miq.
} s. Gummilack.

9. Pittosporaceen.

Myrothamnus flabelliformis Welw. Angola, Zentralafrika. Liefert ein wohlriechendes Balsamharz, welches aber (zu medizinischen Zwecken) nur eine lokale Anwendung findet. Niedenzu in Engler-Prantls Pflanzenfamilien III, 2, p. 103 (1891). Daselbst auch die Bemerkung, daß alle Pittosporaceen schizogene Harzgänge bilden und Harze liefern, welche aber merkwürdigerweise noch keine technische Anwendung finden.

10. Hamamelidiaceen.

Liquidambar orientale Mill. (= L. imberbe Ait. = Platanus occidentalis Pococke), s. Storax.

L. styriciflua L., s. Storax.

L. tricuspis Miq., s. Storax.

Altingia excelsa Noran. (= Liquidambar Altingianum Blum.), s. Storax.

11. Leguminosen (Caesalpinioideen).

Copaifera bijuga Hayne
C. cordifolia Hayne
C. coriacea Mart.
C. guyanensis Desf.
C. Jacquinii Desr. (= C. officinalis L.)
C. Jussieui Hayne
C. Langsdorfii Desr.
C. laxa Hayne
C. Martii Hayne
C. multijuga Hayne
C. nitida Mart.
C. oblongifolia Hayne
C. rigida Benth.
C. Sellowii Hayne
C. paupera. Fehlt im Index Kewensis.
} s. Kopaivabalsam.

Copaiba Mopane J. Kirk (Tropisches Afrika), s. Kopal.

C. conjugata O. Kuntze (= Copaifera Gorskiana Benth. = Gorskia conjugata Bolle), s. Kopal.

C. Demeusii Harms, s. Kopal.

C. copalifera Benth. et Hook., s. Kopal.

Guibourtia copallifera Benn., s. Kopal.

Hardwickia pinnata Roxb., s. Gurjun.

H. sp. S. Kopaiva- und Gurjunbalsam.

Trachylobium verrucosum (Gärt.) Oliv. (= T. Hornemannianum Hayne = Hymenæa verrucosa Gärt. = Cynometra Spruceana Benth. = Trachylobium Martianum Hayne)
T. mossambicense Klotzsch (nach Gilg identisch mit *T. verrucosum Gärt.*)
Hymenæa Courbaril L.
H. stilbocarpa Hayne
} s. Kopal.

H. Martiana Hayne, *H. Olfersiana Hayne* und *H. guyanensis Aubl.* werden gleich den beiden vorgenannten Arten als Stammpflanzen des brasilianischen Kopals bezeichnet. Henkel Naturprodukte I, p. 278.

Vouapa phaselocarpa Mart. (= Cynometra racemosa Benth.), s. Kopal.

V. bifolia Aubl. (Macrolobium Vouapa Gmel.) und *V. Avovaou Aubl.* Beide in Guyana. Diese Bäume liefern zwei lange bekannte kopalähnliche Harze, die aber nicht im Handel vorkommen. Duplessy: Des végétaux résineux. Paris 1802, II, p. 78ff. Dragendorff, l. c., p. 299.

Ferreira spectabilis Fr. Mem. Lep. Brasilien. Im Splinte des Baumes kommen bedeutende Massen eines eigentümlichen Harzes vor. Farblose Stücke sind durch Erhitzen völlig flüchtig. Dr. Peckolt, Katalog der pharmakognostischen Sammlung der brasilianischen Flora. Wien 1868. Gintl, Über einen Bestandteil des Harzes der Ferreira. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien. Math. nat. Kl. Bd. 58, p. 443.

Sindora sumatrana Miq. Das Harz des Baumes wird auf Sumatra zum Kalfatern der Schiffe verwendet. Miquel, Sumatra. p. 88.

12. Leguminosen (Mimosoideen).

Acacia arabica Willd. (= Mimosa arabica Lam.), s. Gummilack.

Albizzia Lebbek Benth. (= Acacia Lebbek Willd.), s. Gummilack.

13. Leguminosen (Papilionaten).

Myroxylon Pereirae Klotzsch (= Myrospermum Pereirae Royle = Toluifera Pereirae Baill. = T. Balsamum L.), s. Perubalsam[1]).

M. toluiferum Humb., Bonp. et Kunth (= Myrospermum toluiferum Rich.), s. Tolubalsam[1]).

M. peruiferum Mutis, s. Perubalsam.

M. punctatum Klotzsch. Liefert ein Harz, welches keine Verwendung findet. Wurde früher als eine der Stammpflanzen des Perubalsams angesehen, was sich als unrichtig herausstellte.

Pterocarpus santalinus Lin. fil.
Pt. indicus Willd.
Pt. Draco L.
Dalbergia monetaria L. (= Pterocarpus ternata Poir.)
} s. Drachenblut.

Butea frondosa Roxb., s. Gummilack.

14. Zygophyllaceen.

Guajacum officinale L. Guajakharz.

15. Burseraceen.

Boswellia papyrifera Hochst. (= Amyris papyrifera Del. = Ploesslea floribunda Endl. = Boswellia floribunda Royle). Nach älteren Angaben Stammpflanze des Weihrauches oder Olibanum. Nach neueren Forschungen soll das Harz der *Boswellia papyrifera* nicht gesammelt werden.

1) Über die Terminologie jener Myroxylon-Arten, bzw. Varietäten, welche Peru- und Tolubalsam liefern s. H. Harms, Nomenklatur des Perubalsambaumes. Notizblatt des botan. Gartens, Berlin 1908, p. 85 ff., ferner die beiden später folgenden Artikel über Peru- und Tolubalsam.

Boswellia Carteri Birdwood
B. Bhau-Dajiana Birdwood
B. neglecta St. M. Moore

werden in neuerer Zeit als Stammpflanzen des Weihrauchs genannt. Doch ist die Frage über die botanische Provenienz dieses Gummiharzes noch als sehr unvollständig gelöst zu betrachten.

B. Frereana Birdwood. Ist der Baum »Yegaar« im Somalilande. Liefert einen nach Zitronen duftenden Weihrauch, »Luban Mati« genannt.

B. thurifera Colebr. (= B. serrata Stackhouse). Indien. Liefert ein weihrauchartiges Harz, den Gundaberosa, welches in Indien zu religiösen Zwecken benutzt wird. Cat. des Col. fr. 1867, p. 76.

B. Ameero Balf. Sokotra. Desgleichen.

B. glabra Roxb. Liefert ein weihrauchartiges, jedoch im Handel nicht vorkommendes Gummiharz. Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel III, p. 8.

Balsamodendron socotranum Balf. Soll ein mit dem Luban Mati übereinstimmendes Gummiharz liefern[1]).

Icica Icicariba DC. (= Protium Icicariba March. = Amyris ambrosiana L.), s. Elemi.

I. heptaphylla Aubl. (= Protium heptaphyllum L. March.), s. Kopal und Elemi. Das Harz dieser Pflanze wird oft genannt, aber auch in anderer als der hier angeführten, weiter unten gewürdigten Deutung. So liefert es nach A. Ernst (l. c., 1886, p. 285) in Venezuela eine Sorte von Tacamahac. S. auch Engler-Prantl, Pflanzenfamilien III, 4, p. 236.

I. guyanensis Aubl. (= Protium guyanense L. March.). Liefert ein weihrauchartiges Harz, den Weihrauch von Cayenne oder das Olibanum americanum.

I. Caranna Humb. et Bonp. (= Protium Caranna L. March.). Südamerika, Carannaharz. Venezuela. »Resina de Caraña.« A. Ernst, l. c., 1886, p. 259. Das Harz dieses Baumes wurde von Tschirch (l. c., I, p. 450 ff.) untersucht. Es ist reich an Kristallen, vollständig löslich in Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und warmem Alkohol, während es sich im kalten Alkohol nur zum Teile löst.

I. Aracouchini Aubl. (= Protium Aracouchini March.). Südamerika. Gibt den gelblichen Acouchini- oder Acouchi-Balsam. Engler-Prantl, Pflanzenfamilien III, 4, p. 236.

I. altissima Aubl. Südamerika. Soll amerikanischen Kopal, nach anderen Angaben wohlriechenden Balsam liefern. Kosteletzky, Medizinisch-pharmazeutische Flora, p. 1223. Henkel, Naturerzeugnisse, p. 277 ff. Duchesne, Rep. des plantes utiles usw., p. 290.

1) Über die dunkle Frage der Weihrauchbäume, ferner über die Eigenschaften der Weihraucharten s. Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl. (1891), p. 45 ff.

I. viridiflora Lam. (= Amyris guyanensis Willd.), s. Elemi.

I. Copal Schlechtendal (= Elaphrium Copal et E. macrocarpum Schiede in litt.), s. Kopal.

Houmirium floribundum Mart. Brasilien. Aus verwundeten Stämmen fließt ein Balsam aus, der dort Umiri genannt wird. Martius, Nov. gen. et spec. plant. Brasil. II, p. 145.

H. balsamifera Aubl. Guyana. Scheint eine Art Elemi zu liefern. Duplessy, l. c., p. 256 ff. und Cat. des Col. fr. p. 75.

Bursera gummifera L., s. Elemi.

B. acuminata Willd. Carannaharz. S. Elemi.

Dacriodes hexandra Gris. Costarica. Liefert ein kristallreiches Harz von gelber Farbe und eigentümlichem Geruche, »Tabonuco« genannt, welches in die Elemigruppe zu stellen ist. Sammlung des Botan. Museums in Berlin.

Canarium commune L., s. Elemi.

C. strictum Roxb.
C. rostratum Zipp
C. legitimum Miq.
} s. Dammar.

Canarium Mansfeldianum Engl. Soll eine Sorte von Kamerun-Kopal liefern. Riecht schwach nach Elemi. Schmilzt bei 134—135° C. Notizblatt des botan. Gartens. Berlin 1909, p. 103.

Canarium sp. Liefert auf Java ein Harz, genannt Damar kadjag. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen. Berlin 1892, p. 130.

C. (album Baup.?). Arbol a brea. Soll das Manila-Elemi liefern.

C. Schweinfurthii Engl. Engler-Prantl, Pflanzenfamilien III, 4, p. 240. Zentralafrika. Das von Stuhlmann gesammelte Produkt aus dem botan. Museum in Berlin, welches ich Herrn Prof. Engler verdanke, ist ein schönes, blaßgelbliches, wachsglänzendes, kristallreiches Harz, welches nach seinen Eigenschaften in die Kategorie der Elemiharze zu stellen ist. In den Heimatländern wird es »Mpaffu« genannt und medizinisch verwendet.

C. paniculatum Benth. (= Bursera paniculata Lam.). Mauritius. Ist von Tschirch (l. c., I, p. 437) als Elemi von Mauritius beschrieben und chemisch untersucht worden. Dieses Harz scheint nicht im Handel vorzukommen.

Pachylobus hexandra Griseb. Martinique, Portorico. Tabonucoharz. Dient in den Heimatländern zur Bereitung von Harzfackeln. Tschirch, 1906, l. c., I, p. 453. Guillaumin, Les produits utiles des Burséracées. L'Agricult. prat. pays chauds IX (1909).

Amyris Plumieri D C., s. Elemi.

A. zeylanica Retz. (= Balsamodendron ceylanicum Kunth). Nossi-Bé.

Liefert ein Harz, das dort »Rhame« genannt wird. Cat. des Col. fr. p. 76.

A. Kataf Forsk. Wurde früher irrigerweise als Stammpflanze der Myrrhe angesehen.

Tetragastris balsamifera O. Kuntze (= Hedwigia balsamifera Sw. = Bursera balsamifera Pers.). Balsamreicher Baum St. Domingos. Liefert einen unter verschiedenen Namen (Hedwig-, Schweins-, Bergzuckerbalsam) im Handel erscheinenden Balsam, der so wie Kopaivabalsam benutzt wird. Engler-Prantl, Pflanzenfamilien III, 4, p. 236. Bonastre, Journ. Pharm. XII, p. 485. Dragendorff, l. c., p. 371.

Balsamodendron Ehrenbergianum Berg[1]).

B. africanum Arn. (= Heudelotia africana Guill. et Per.). Stammpflanze des früher offizinellen Gummiharzes Bdellium, welches auch zwischen Myrrhe und Senegalgummi vorkommt. Flückiger, Gummi und Bdellium von Senegal. Schweizerische Wochenschrift für Pharmazie. 1869. — Nach anderen Angaben stammt das (afrikanische) Bdellium von *Commiphora (Balsamodendron) abyssinicum Engl.*

S. hierüber und über das »opake Bdellium«, welches gleich dem gewöhnlichen aus dem Somalilande stammt, Stapf, l. c.

Balsamodendron Playfairi Hook. fil. Somaliküste. Liefert das Harz Hotai. Nach Engler soll diese Pflanze mit *B. Myrrha* identisch sein. Stapf, l. c.

B. Roxburghii Arn. Soll die Stammpflanze des vom Manilaelemi nicht wesentlich verschiedenen bengalischen Elemi sein. Henkel, Warenlexikon, p. 206. Nach Dymock soll diese Pflanze das indische Bdellium liefern, welches aber wahrscheinlich von *B. Mukul Hook. (= Commiphora Mukul Engl.)* herrührt. Stapf, l. c.

---

1) Nach neueren Untersuchungen scheint die jetzt fast allgemein reproduzierte Angabe Bergs, daß *Balsamodendron Ehrenbergianum* die wahre Stammpflanze der Myrrhe bilde, doch unrichtig zu sein, und die alte Angabe, daß dieses Gummiharz von *Balsamodendron Myrrha Nees (Balsamea Myrrha Engl.)* herrühre, sich zu bewahrheiten. Trimen, Pharm. Journ. and Transact. IX (1879), p. 893. Doch ist auch diese Aufstellung neuerdings wieder in Zweifel gezogen worden, und wurde von einer Seite *Balsamodendron (Commiphora) Schimperi O. Berg*, von anderer *Balsamodendron Playfairii* als die wahre Stammpflanze der Myrrhe angegeben. Doch gelten diese Daten nur für die afrikanische Myrrhe. Von der arabischen Myrrhe werden drei Arten unterschieden: Fadhili-, Hadramaut- und Yemen-Myrrhe. Die erste soll von *Balsamodendron Myrrha Nees (Commiphora Myrrha Engl.)* und *simplicifolia Schweinf.* abstammen. Die zweite wird mit großer Bestimmtheit auf *B. Oppobalsam Kth.* zurückgeführt. Die Herkunft der dritten Art ist noch sehr in Dunkel gehüllt. S. hierüber Stapfs Mitteilungen im Botan. Zentralbl. 1896, 2, II, p. 112 ff. Ferner: Holmes, Notes on the trees yielding Myrrh. Pharm. Journ. and Transact. 1896, Nr. 1381.

Commiphora Opobalsam Engler = *Amyris gileadense L.* = *Balsamodendron gileadense Kunth*, s. Mekkabalsam.

C. (Balsamodendron) Erythræum Engl. (= Hemprichia Erythræa Erh.). Somalküste. Liefert ein der Myrrhe ähnliches, aber geringeres Produkt. Es führt den Namen Bissa Bol. Stapf, l. c.

C. africana Engl. Sudan. Liefert eine Sorte von Bdellium. Rein, Tropenpflanzer XV (1911).

C. pedunculata Engl. Sudan. Liefert gleichfalls Bdellium. Rein, l. c.

Elaphrium sp., s. Kopal.

E. tomentosum Jacq. Liefert eine Sorte Tacamahac.

Schinus molle L. Peru. Liefert das Mollé harz, welches in Peru verschieden verwendet wird. S. Duchesne, l. c., p. 293. Die in Griechenland kultivierte Pflanze soll ein mastixartiges Harz geben, welches zu technischen Zwecken brauchbar wäre. Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen 1862, p. 62. Dieses Harz, als amerikanischer Mastix bezeichnet, enthält 60 Proz. Harz und 40 Proz. Gummi, daneben etwas ätherisches Öl. Es schmeckt scharf und bitter und entwickelt beim Erhitzen einen weihrauchartigen Geruch. Hartwich, Die neuen Arzneidrogen. Berlin 1899.

Dasylobus sp.? Canarium sp.? Mehrere wahrscheinlich diesen Gattungen angehörige Bäume liefern in Angola ein Elemi, genannt Resina de Mubafo. Welwitsch, Synopse explicative das amostras de maderias e drogas de Angola. Lisboa 1862, p. 37.

16. Euphorbiaceen.

Pedilanthus tithymaloïdes Poit. Indien. Liefert ein von den Eingeborenen »Vattata mara« genanntes, in der Wärme erweichendes, in Wasser, Alkohol und Äther unlösliches Harz. Cat. des Col. fr. 1867, p. 75.

Croton lacciferum L., s. Gummilack.

C. Draco Schlecht.
C. hibiscifolius Kunth
C. gossypifolius Humb. Bonp. et Kunth
} s. Drachenblut.

Euphorbia resinifera Berg, E. canariensis L., E. officinarum L. und *E. antiquorum L.*, vorzugsweise die erstgenannte, liefern Euphorbium. Dieses Gummiharz wird jetzt auch technisch, nämlich als Zusatz zu Schiffsanstrichen verwendet. Jackson, A new use for gum Euphorbium. Journ. of Botany XVIII, p. 318, 373. S. auch Flückiger und Hanbury, Pharmacographia. 1874, p. 504. In Chatham (Kent) angestellte Versuche haben die Verwendbarkeit des gewöhnlichen Euphorbium zu dem genannten Zwecke bestätigt. Hingegen ergaben in Natal und im Kaplande mit dem Gummiharz von *Euphorbia grandidens*

Haworth und *E. quinata(?)* durchgeführte Versuche ein ungünstiges Resultat.

E. tortilis Rottl. Liefert ein kristallinisches, seinen Eigenschaften nach nicht näher bekanntes Harz. Cat. des Col. fr. p. 75.

Elæococca vernicea Juss. (= E. cordata Bl. = Dryandra vernicea Corr.). Das Harz des Baumes wird auf Java zur Firnisbereitung benutzt. Miquel, Flora von Nederl. Ind. I, 2, p. 384.

17. Anacardiaceen (Rhoideen).

Pistacia lentiscus L.
P. Khinjuk Stocks
P. cabulica Stocks
} s. Mastix.

P. mutica Fisch. et Mey. In Persien als Kauharz benutzt. Kommt nicht in den europäischen Handel. Bulletin de Moscou XII, p. 338. Flückiger, Pharmakognosie p. 67.

P. Terebinthus L. Von diesem Baume stammte der früher häufig unter dem Namen chiotischer oder zyprischer Terpentin erschienene Balsam. Der Baum kommt auch auf Zypern häufig vor, wird aber seit längerer Zeit dort nicht mehr ausgebeutet. Unger und Kotschy, Die Insel Zypern. Wien 1865, p. 424. Neuestens wird *Pistacia Terebinthus* wieder behufs Balsamgewinnung, auch auf Zypern (nach Thiselton Dyer), durch Rindeneinschnitte geharzt. S. unten bei Terpentin.

P. Terebinthus L. var. atlantica Desf. Nordafrika. Liefert ein Harz, welches manchmal gesammelt und als Kauharz benutzt wird.

Rhus vernicifera DC. (= R. Vernix L.) s. Japanischer Lack.

Rh. silvestris Sieb. et Zucc. Der chinesische Lack soll teils von *Rhus vernicifera*, teils von *Rh. silvestris* abstammen. Die chemische Beschaffenheit des Baumsaftes dieser beiden *Rhus*-Arten ist verschieden. Nach einer vergleichenden chemischen Untersuchung (Kew Bull. 1904, p. 7) enthält der Saft von *Rh. vernicifera* 37,5 Proz. Urushinsäure und 0,4 Proz. Gummi, während im Safte von *Rh. silvestris* 49,9 Proz. Urushinsäure und 1,2 Proz. Gummi vorkommen. Nach dieser chemischen Untersuchung hat es den Anschein, daß auch die Enzyme im Safte des letzteren reichlicher vorhanden sind als im Safte des ersteren.

Rh. atra Forst. Neukaledonien. Liefert ein Gummiharz. Cat. des Col. fr. p. 75.

Melanorrhœa usitata Wall. (Index Kew. III.) Indien (Burma). Liefert ein zur Firnisbereitung dienendes Harz. A chemical investigation of the constitution of Burmese varnish. Forest Records, India I, 1909.

18. Sapindaceen.

Schleichera trijuga Willd., s. Gummilack.

19. Rhamnaceen.

Ziziphus Jujuba Lam., s. Gummilack.

20. Guttiferen.

Garcinia Morella Desr. (= G. cambogioides Royle = G. elliptica Wall. = G. Gutta Wight = Hebradendron cambogioides Grah. = Cambogia Gutta Lindl.), s. Gummigutt.

G. Hanburyi Hook.
G. cochinchinensis Chois.
G. pictoria Roxb.
G. Cambogia Desr.
G. travancorica Bedd.
Stalagmites ovalifolius G. Don.
} s. Gummigutt.

G. sp. Liefert in Java ein Harz, genannt Damar Kandis. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen. Berlin 1892, p. 130.

Über das gummiguttähnliche Harz, welches die neukaledonische *Garcinia collina Vieil.* liefert, siehe Heckel et Schlagdenhauffen, Repert. de pharmacie. Paris 1893.

Vismia cayennensis Pers.
V. guyanensis Pers.
V. sessiliflora Pers.
} vgl. bei Gummigutt.

Calophyllum Inophyllum L. Ostindien, Cochinchina. Liefert ostindisches Tacamahac. Auch auf Java. Junghuhn, Java; deutsch von Hasskarl I, p. 198.

C. Tacamahaca Willd. Madagaskar. Liefert Tacamahac.

C. longifolium Humb. et Bonp. Südamerika. Liefert das Mainaharz. Gintl in Kick-Gintls Techn. Wörterbuch, Bd. V, p. 772.

Moronobea coccifera Aubl. Südamerika, Westindien. Das Harz des Baumes ist in Brasilien unter dem Namen Anani bekannt und dient zum Kalfatern der Schiffe. Rapp. de jury intern. Paris, Exp. 1867, T. VI, p. 169. Auch schon bei Duplessy I, p. 302. Als résine mani en pairs im Cat. des Col. fr. 1867, p. 75 aufgeführt. S. auch Macfadyen, The Flora of Jamaica. London 1837, p. 37, woselbst das Harz Mani, Manil und Hog-gum genannt wird. Ernst, l. c. (1886), Venezuela. Daselbst »resina de paramán« genannt. T. F. Hancusek, Zeitschr. des allg. öst. Apothekervereins. 1878.

Mammea americana L. Seiner Früchte halber in den Tropen häufig kultivierter Baum. Liefert in Venezuela ein Harz, resina de mamey. Ernst, l. c., p. 260.

Haronga madagascariensis Choisy. Madagaskar. Ein Baum, welcher ein rotes Rindenharz liefert, welches zur Befestigung von Pfeilspitzen an den Schäften benutzt wird. Rein, Tropenpflanzer XV (1911).

21. Dipterocarpeen.

Vateria indica L. (= Elæocarpus copalliferus Retz.) s. Kopal.

Shorea Wiesneri Schiffn. msc. s. Dammar.

Shorea robusta Roxb. s. Dammar.

S. robusta Roth (non Roxb.) (= S. Roxburghii G. Don = Vatica laccifera Wight et Arn.). Ostindien. Liefert beträchtliche Mengen eines der vielen Harze, welche im indo-malayischen Gebiete als Dammar bezeichnet werden. Hohenacker, Herbarium der Arznei- und Handelspflanzen. Hier Dammarlackbaum genannt. S. auch Karl Müller, Über Dammar und dammarliefernde Pflanzen. Ber. der Berliner Pharmaz. Gesellschaft I (1891), p. 363 ff. Das als Saul- oder Salharz bezeichnete Produkt ist mit dem Harz dieser *Shorea robusta* identisch.

S. selanica Blume (= Hopea selanica Roxb.) s. Dammar.

S. eximia Scheffer (= Vatica sublacunosa Miq.). Miquel, Flora Sumatrana, p. 191. W. Burck, Sur les Dipterocarpées des Indes néerlandaises. Ann. Buitenzorg. IV (1887). Liefert das Harz »Dammar tubang«. Tschirch, l. c. Im Harlemer Museum erscheint dieses Harz als Dammar kloekoep. R. Mauch, l. c., p. 61. Daselbst auch Angaben über das Verhalten dieses Harzes zu Chloralhydrat.

S. Tambugana Roxb. Roxburgh, Flora Indica, p. 617. Henkel, Neues Repertor. XIII, p. 209 ff. Liefert in Indien ein Dammar genanntes, in der Verwendung dem gemeinen Fichtenharz gleichgestelltes Harz.

Hopea micrantha Hook., s. Dammar.

H. splendida Vriese (= Shorea Martiana Scheff. = Sh. stenoptera Burck.), s. Dammar.

H. Belangeran Korth. Borneo. Liefert das Harz Njating-Mahabong. Miquel, Flora von Nederl. Indië I, 2, p. 504.

H. Sangal Korth. Liefert ein schönes weißes Harz. Das Harz der alten Bäume heißt Njating mata-poesa, das der jungen Njating matapleppek. Miquel, l. c., I, 2, p. 507.

H. diversifolia Miq. und *H. Maranti Miq.* Über das Verhalten dieser beiden indischen Harze zu Chloralhydrat im Vergleiche zu anderen bekannten Harzen s. R. Mauch in der oben zitierten Abhandlung. *H. Maranti* liefert nach Tschirch (l. c., p. 130) auf Java ein Harz, Damar batu genannt. Als Damar batu wird aber gewöhnlich das Harz der *Dammara alba* bezeichnet. (S. Dammar und Kopal.)

H. fagifolia Miq. Liefert nach Tschirch (l. c.) auf Java ein Harz, genannt Dammar Kedemut.

Dryobalanops Camphora Colebr. Sumatra. Ein daselbst nebst zwei anderen Baumarten vorkommender, den Baroskampfer liefernder, schwarzberindeter Baum (Marbinturgan der Sumatraner), höchst wahrscheinlich eine Varietät von *Dryobalanops Camphora,* gibt nebst Kampfer

noch ein weißes, geruchloses, in Wasser untersinkendes Harz, Grigi genannt. Es wird zur Verfälschung des Baroskampfers genommen. Miquel, Sumatra, p. 69—71.

Dryobalanops sp. Liefert auf Java ein Harz, genannt Dammar kaju kapur. Tschirch, l. c., p. 130.

Doona zeylanica Thw. Liefert das Harz Dun oder Dhoona. Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. März 1891.

Dipterocarpus alatus Roxb.
D. costatus Roxb.
D. incanus Roxb.
D. turbinatus Gärtn. (= D. laevis Hamilt. = D. indicus Bedd.)
D. angustifolius Wight et Arn.
D. litoralis Blume
D. zeylanicus Thwait.
D. gracilis Blume
D. hispidus Thwait.
D. retusus Blume (Java, 5, 3) = *D. Spanoghei Blume* (Java, 5, 2)
D. trinervis Blume

} s. Kopaivabalsam.

D. eurhynchus Miq. und einige verwandte Bäume liefern Dammar. Sumatra. Miquel, l. c., p. 88 und 190.

Vatica Rassak Blume (= Retinodendron Rassak Korth.). Auf Borneo und der malayischen Halbinsel. Liefert die Dammarsorte Njato of Njating, welche in großen Mengen von Bandjermassing ausgeführt wird und im englischen Handel als »Rose Dammar« bekannt ist. Miquel, Flora von Nederl. Indië I, p. 504. Henkel, Lex. p. 204.

V. moluccana(?). Liefert ein Harz, genannt Dammar alung. Tschirch, l. c., p. 130.

22. Bixineen.

Laëtia resinosa Löffl. und *L. apetala Jacq.* Tropisches Amerika, Westindien. Liefern ein gewürzhaft riechendes, noch nicht genau untersuchtes Harz. Macaire-Prinsep, Bibl. univ. XLV, p. 431. Dragendorff, l. c., p. 448. *L. resinosa* enthält Harz und ätherisches Öl. Wehmer, l. c., p. 505.

23. Thymelæaceen.

Aquilaria malaccensis Lam. und *A. Agalocha Roxb.* Sumatra. Im Holze beider kommen wohlriechende Harze vor. Miquel, Sumatra, p. 89.

24. Cistaceen.

Cistus creticus L., C. cyprius Lam. und *C. ladaniferus L.* Mediterrangebiet, erstere besonders häufig auf Kreta, aber auch in Istrien.

Liefert das aus Harz, ätherischem Öl und Wachs bestehende, früher offizinelle Ladanum- oder Ladanharz (Resina Ladanum s. R. Labdanum). Berg, Pharm. Warenkunde, p. 568. Husemann, Pflanzenstoffe, p. 1121.

Neuere Angaben über diese ehemals sehr berühmte Medizinaldroge s. Schrader, Monatsberichte der Berliner Akademie, p. 413. Thiselton Dyer, The Collection of Gum Labdanum in Creta. Pharm. Journ. and Transact. XV (1884), p. 301 ff. Daselbst auch eine Beschreibung der eigentümlichen Gewinnungsart des Ladanums mittelst des Ladanisteriums. S. auch daselbst (von demselben Autor) Bd. VI, p. 386 und 779.

25. Combretaceen.

Terminalia mauritiana L. Isle-de-France und Réunion; und *T. Benzoïn L. fil. (= T. angustifolia Jacq.).* Ostindien und Isle-de-France. Das Harz soll der Benzoe nahe stehen, weshalb man dem Baum in den Kolonien den Namen »Le faux benjoin« gegeben hat. Duplessy, II, p. 363. Dragendorff, l. c., p. 479.

T. vernix Lam. (= Stagmaria verniciflua Jack.). Liefert einen Balsam, welcher Benzoesäure enthält. Rumph, Flora Amboin, 2, 86. Macaire-Prinsep, Journ. Pharm. XV, p. 255. Gintl, Ausstellungsbericht. Wien 1873. Appreturmaterialien und Harze. Aus dem Harze dieses im indischen Archipel vorkommenden Baumes soll eine Sorte des chinesischen Firnis bereitet werden.

26. Myrtaceen.

Spermolepis gummifera Brogn. et Gris. Neukaledonien. Liefert das Chêne-gomme. Heckel et Schlagdenhauffen, Repert. de pharmacie. Paris 1893.

27. Araliaceen.

Hedera helix L. Liefert ein Gummiharz, das Efeuharz, welches früher medizinisch benutzt wurde (Gummi-resina Hederae, Berg, Pharmazeut. Warenkunde, p. 550), tritt nur in wärmeren Gebieten (Südeuropa, Orient) aus den Stämmen aus.

28. Umbelliferen.

Ferula erubescens Boiss. (= F. gummosa Boiss.) s. Galbanum.

F. Schaïr Borsz. Liefert wahrscheinlich auch eine Sorte von Galbanum.

F. Szovitsiana D C. Liefert das früher medizinisch benutzte Sagepenum. Diese Ableitung wird aber angezweifelt. Über ein Sagepenum aus Bombay s. Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl. 1891, p. 69.

F. galbaniflua Boiss. et Buhse (= Peucedanum galbanifluum Baillon)
F. rubricaulis Boiss. (= Peucedanum rubricaule Baillon) } s. Galbanum.

F. tingitana L., s. Ammoniakharz.

F. foetidissima Reg. et Schmalh., s. Asant (Asa foetida).

F. persica Willd., s. Asant.

Scorodosma foetidum Bunge (= Ferula asa foetida L. = F. Scorodosma Benth. et Hook. = F. foetida Regel = Peucedanum foetidum Baillon), s. Asant.

Narthex asa foetida Falconer (= Ferula Narthex Boiss. = Peucedanum Narthex Baillon), s. Asant.

Opoponax Chironium Koch. Früher medizinisch benutzt (Gummiresina Opoponax). S. über dasselbe die älteren Pharmakognosien, ferner Flückiger und Hanbury, Pharmacographia, p. 327.

Dorema ammoniacum Don. (= Diserneston gummiferum Jaub. et Sp.). Liefert Ammoniakgummi.

Thapsia garganica L. Orient, östliches Mittelmeergebiet bis Italien und Sizilien, südliches Frankreich (wild?). Aus der Wurzelrinde läßt sich durch Wärme ein Harz gewinnen. Duchesne, l. c., p. 169. Artus, Zeitschrift für Pharmazie, XI, p. 1. F. Canzoneri, Gazz. chim. ital. 1895, p. 437.

Bolax aretaioides Willd. (= Azorella gummifera Poir. = A. cæspitosa Cav.) und *B. gummifera Spreng.* Beide in Indien. Liefern Bolaxgummi. Duchesne, l. c., p. 161.

29. Styraceen.

Styrax Benzoïn Dryand. (= Benzoïn officinale Hayne), s. Benzoe.

Styrax benzoides Craib. Wird als die Stammpflanze der Siambenzoe von mancher Seite angesehen. The source of Siam Benzoin. Bullet. Royal Botan. Gard. Kew 1912, p. 391 ff. Von anderer Seite wird wieder auf *Styrax crotonoides L. B. Clarke*, als Stammpflanze der Siambenzoe hingewiesen. Agr. Bull. Straits and Feder. Malay States V (1906).

St. officinalis L. Dieser Baum lieferte früher ein wohlriechendes Harz, welches in Körnerform, gewöhnlich in Schilf oder Palmenblätter eingerollt, verkauft wurde. Diese Droge führte den Namen Storax calamitus, unter welchem Namen gegenwärtig ein anderes Harz im Handel vorkommt. (S. unten bei Storax.)

Styrax Pearcei Park. var. bolivianus Park. Liefert in Ostbolivien eine Benzoe mit Mandelstruktur, welche viel Zimtsäure und wenig Benzoesäure und nach der Phlorogluzinprobe auch Vanillin (0,3 Proz.) enthält. Eine genaue chemische Untersuchung dieser Benzoe hat A. Wich-

mann, Schweizerische Wochenschrift für Chemie und Pharmazie 1912 veröffentlicht. *Styrax camporum Pohl.* Bolivien. Liefert gleichfalls eine Benzoe, aber von sehr geringer Qualität. Dieses Harz ist frei von Zimtsäure. Wichmann, l. c.

30. Apocyneen.

Tabernæmontana macrophylla Poir. Neukaledonien. Liefert ein Gummiharz. Cat. des Col. fr. 1867, p. 74.

31. Asclepiadeen.

Cynanchum viminale L. (= Sarcostemma viminale R. Br.). Indien. Liefert ein kristallinisches Harz. Cat. des Col. fr. 1867, p. 74.

32. Convolvulaceen.

Convolvulus scammonia L. Im östlichen Teile des Mittelmeergebietes. Der eingetrocknete Milchsaft gibt das medizinisch benutzte Gummiharz Scammonium.

Ipomoea Purga Hayne (= I. Jalappa Nutt. = I. Schiedeana Zucc. = Exogossium Purga Benth. = Convolvulus Purga Wend. = C. officinalis Pellet.). Gebirgsländer des östlichen Mexiko. Liefert das medizinisch benutzte Jalappaharz, welches durch Extraktion der zerkleinerten, vorher mit Wasser erschöpften Knollen der Stammpflanze erhalten wird (Harzgehalt etwa 20 Proz.).

33. Rubiaceen.

Gardenia lucida Roxb. Indien. Liefert das Harz Cumbee. Roxburgh, Flora indica.

G. gummifera L. fil. (= G. arborea Roxb. = G. inermis Dietr.). Indien. Liefert das Harz Dikkamaly, auch Combee genannt. Cat. des Col. fr. 1867, p. 73. Cooke, l. c., p. 66. Dragendorff, l. c., p. 631.

Über die Harze von der neukaledonischen *Gardenia Oudiepe Vieil.*, *G. Aubryi Vieil.* und *G. suleata Gärt.* s. E. Heckel und F. Schlagdenhauffen, Repert. de pharm. Paris 1893.

34. Compositen.

Carlina gummifera Less. Aus dem Involukrum dieser griechischen Pflanze fließt ein mastixartiges Harz heraus, welches auf Tenos und Syros als Surrogat für Mastix dient. Der Saft der ganzen Pflanze ist giftig. Heldreich, l. c., p. 26.

Libothamnus neriifolius A. Ernst (= Trixis neriifolia Bonp.). Caracas. Liefert den Kreolen-Weihrauch (Incienso de los criollos). Humboldt et Bonpland, Reise in die Äquinoktialgegenden des neuen

Kontinents, II, p. 427. A. Ernst, Plantas interesantes de la Flora caracassana. Boletin de la sociedad de naturales de Caracas, 1870, p. 184 ff.

Ceradia furcata Rich. Westafrika. Zeradiaharz. Thomson, Phil. Mag. T. XXVIII, p. 422[1]).

IV. Spezielle Betrachtung der technisch verwendeten Harze und Balsame.

a) Gummiharze.

1. Gummigutt.
2. Asa foetida.
3. Galbanum.
4. Ammoniakgummi.

b) Balsame und Harze, welche weder Zimt- noch Benzoesäure führen und diese beiden Körper auch nicht durch Zersetzung liefern.

5. Terpentin.
6. Gemeines Harz.
7. Mekkabalsam.
8. Kopaivabalsam.
9. Gurjunbalsam.
10. Elemi.
11. Mastix.
12. Sandarak.
13. Dammar.
14. Kopal.
    Anhang: Japanischer Lack.
15. Guajakharz.
16. Gummilack.

c) Balsame und Harze, welche Zimt- oder Benzoesäure führen oder durch Zersetzung liefern.

17. Perubalsam.
18. Tolubalsam.
19. Storax.
20. Benzoe.
21. Drachenblut.
22. Xanthorrhoeaharz.

1. Gummigutt.

Dieses Gummiharz, auch Gutti genannt (gomme-goutte des französischen, Gamboge oder Cambogia des englischen Handels, Gummi-resina Gutti der Pharmakopöen), stammt von mehreren der Familie der Guttiferen angehörigen Bäumen. Die Hauptmasse des im europäischen Handel vorkommenden Gummigutt rührt nach Hanburys Untersuchungen (1864) von *Garcinia Morella* her. Das Gummigutt von Ceylon stammt von demselben Baume[2]), das Gummigutt von Hinterindien (Siam, Cambogia,

1) Wo bei dem Artnamen des obigen Verzeichnisses anstatt des Autornamens ein ? steht, fehlt die betreffende Spezies im Index Kewensis.

2) M. C. Cooke, Rep. on the Gums, Resins etc. in the India Museum or produced in India. London, India Museum, p. 45.

Singapore) von der daselbst kultivierten Varietät *β pedicellata* der genannten Spezies, welche Hooker als selbständige Art aufgefaßt und als *Garcinia Hanburyi* beschrieben hat[1]). Ferner liefern *G. cochinchinensis Chois.*, ein Baum Cochinchinas und der Molukken, und die über einen großen Teil Indiens verbreitete *G. pictoria Roxb.*[2]) Gummigutt. *G. Cambogia Desr.*, welche früher allein als Stammpflanze des Gummigutt galt, gibt allerdings eine gummiguttähnliche Masse, aber von so geringem Werte, daß sie gar nicht auf den europäischen Markt gebracht werden kann. Ein Gleiches scheint auch für *G. travancorica* zu gelten[3]). Ein ebenfalls ganz geringes Produkt wird von dem auf Ceylon vorkommenden *Stalagmites ovalifolius* gesammelt. Auch jene gummiguttähnlichen Körper, welche die in Südamerika vorkommenden *Vismia*-Arten *(V. guyanensis, cayennensis* und *sessiliflora)* geben, kommen im europäischen Handel nicht vor[4]).

Über das Vorkommen des Harzsaftes in den Geweben der Garcinien finden sich in der Literatur widersprechende Ansichten. Von einer Seite werden interzellulare Saftkanäle, von anderer »Gummiguttschläuche« als Behälter des Gummiharzsaftes bezeichnet. Insoweit stimmen alle neueren diesbezüglichen Angaben überein, als die Innenrinde als Sitz oder Hauptsitz der Gummiguttbehälter angegeben wird[5]). Nach den mikroskopischen Untersuchungen, welche Tschirch[6]) an Stämmen der *Garcinia Morella* anstellte, führt die Innenrinde neben stärkehaltigem Parenchym zahlreiche stark verdickte unverholzte Bastzellen und einen Kranz großer schizogener Milchsaftbehälter von beiläufig 0,04 mm Weite. Spärlicher kommen diese Milchsaftbehälter auch in der Mittelrinde vor. Nach den von Emma Ott im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführten Untersuchungen kommen reichlich Kalkoxalatkristalle in der Rinde der *Garcinia Morella* und der *G. M. β pedicellata* vor. So erklärt sich das hin und wieder

1) Benthley and Trimen, Medic. Plants. London 1875—1880. (Abbildung auf Tab. 33, erschien 1878.)

2) Nach Flückigers Vermutung ist *Garcinia pictoria Roxb.* mit *G. Morella β pedicellata* sehr nahe verwandt und mit ihr wahrscheinlich durch Übergänge verbunden. Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891, p. 35.

3) Beddom, Flora sylvatica of Southern India XV. — Flückiger, Pharmakognosie, 1891, p. 35.

4) Vgl. über die Abstammung des Gummigutt: Mason in Buchners Repert. (aus Journ. Asiat. Society, 1847) 1848, II, p. 367 ff. — Hanbury, Neues Jahrb. der Pharm., XIV, p. 1. — Miquel, Flora von Nederl. Ind. I, 2, p. 567. — Cooke, l. c. (Daselbst sind auch noch einige *Garcinia*-Arten genannt, deren Produkte höchstens lokales Interesse bieten.) — Benthley and Trimen, l. c. — Flückiger, l. c.

5) Vogl, Komment. zur österr. Pharmakopöe. Wien 1892, p. 446. — Flückiger, l. c., p. 35.

6) Angewandte Pflanzenanatomie, Bd. I, Wien 1889, p. 506 ff.

zu beobachtende Auftreten von Kristallen des oxalsauren Kalkes im Gummigutt (Fig. 49, *A*). Da das Gummigutt, wie wir weiter unten sehen werden, aus einer gummiartigen Grundmasse besteht, in welche kugelige Harzkörnchen eingebettet sind[1]), wie solche stets entstehen, wenn Harz aus seinen Lösungen durch Wasser ausgefällt wird, so ist anzunehmen, daß der natürliche Gummiharzsaft entweder aus einer Gummilösung besteht, in welcher aus Lösung hervorgegangene Harzkörnchen suspendiert sind, oder daß sich das Gummigutt erst beim Anschnitt der Gewebe in der Weise bildet, daß gelöstes Harz mit wässerigen, gummihaltigen Zellsäften sich mischte und hierbei erst das Harz zur Ausscheidung gelangte. Für die letztere Annahme spricht auch die Tatsache, daß nicht nur der Inhalt der Sekretbehälter, sondern auch Inhaltskörper benachbarter Gewebe (oxalsaurer Kalk, Stärke) im Gummigutt hin und wieder zu beobachten sind.

Über die Gewinnung des Gummigutt liegen noch keine eingehenden Berichte vor. Allgemein wird angegeben, daß der Gummiharzsaft aus künstlich beigebrachten Wunden hervorfließt und in Hohlgefäßen, z. B. in Kokosnußschalen oder in Bambusrohr, aufgesammelt wird und in diesen Behältern eintrocknet. Älteren Angaben zufolge werden in einigen Gegenden die jungen Zweige der Gummiguttbäume abgebrochen und der ausfließende Saft auf Blätter fließen gelassen, woselbst er erhärtet. Nach Jamie[2]) wird der Baum am Ende der Regenzeit (Februar bis April) angeschnitten. Nach Bunsen[3]) ist *Garcinia Hanburyi* auf den Inseln Koh Rong, Koh Kong und Koh Chong sowie auf der gegenüberliegenden Küste Indochinas vom zehnten Jahre an ertragsfähig. Dort werden in der Zeit vom Juni bis Oktober in den Baum schraubenförmig verlaufende Einschnitte gemacht, welche bis zu einer Höhe von zehn Metern reichen. Der ausfließende Saft wird in weiten Bambusrohren aufgefangen und dann in engere übergegossen, in welchen er innerhalb eines Monats eintrocknet. Die Bambushülle wird über freiem Feuer gesprengt. Auf Ceylon wird Gummigutt in sehr primitiver Weise gewonnen, indem man einige Zentimeter breite Rindenstreifen vom Stamme ablöst, und den ausgeflossenen Gummiharzsaft an der Sonne erstarren läßt, worauf die Masse mit Messern abgelöst wird. Man findet auch angegeben, daß auf Ceylon eine geringe Sorte von Gutti durch Auskochen der Blätter und jungen Fruchtschoten der *Garcinia Morella* bereitet werden soll[4]). —

1) Wiesner, Gummi und Harze, p. 97.

2) Sur la récolte de la gomme-goutte. Journ. de Pharm. et de Chim., 1875, p. 418.

3) Bunsen, The trade of Siam. For. Off. Rep., 1895.

4) Vogl, Kommentar, 1892, p. 446.

Die Gummiguttbäume kommen in den Dschungeln wildwachsend vor, werden aber gegenwärtig in den Uferlandschaften kultiviert. Die Hauptmasse der Ware wird in Kambodscha (Cambogia) gewonnen und kommt von Bangkok, Saigon und Singapore in den Handel.

Im Handel unterscheidet man Kuchengummigutt (Schollengummigutt, Cake-Camboge des englischen Handels) und Röhrengummigutt. Erstere Sorte bildet oft pfundschwere Klumpen. Das Röhrengummigutt ist nach der Form und der Skulptur der Oberfläche als ein in Bambusrohr aufgesammeltes Produkt zu erkennen (Fig. 48); es bildet zylindrische, 3—6 cm

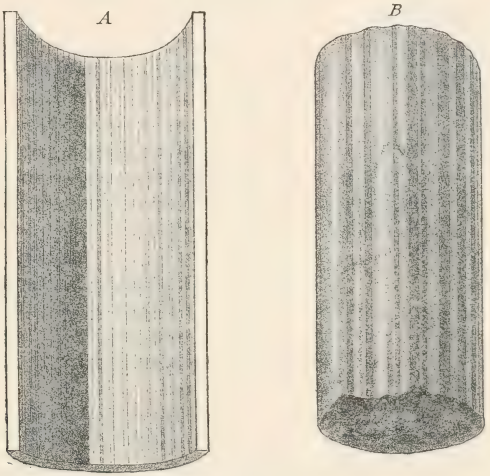


Fig. 48. Natürliche Größe. *A* Bambusrohr, halbiert, um die Skulptur der Innenseite zu zeigen. *B* Röhrengummigutt mit dem Abdruck der Innenfläche des Bambusrohres.

im Durchmesser haltende, undeutlich der Länge nach gestreifte Stücke. Es ist homogener, färbt intensiver und ist überhaupt besser als das Gummigutt in Kuchen. — Manchmal sieht man am Röhrengummigutt eine netzförmig gestaltete Oberflächenskulptur, welche in ihrer Gestalt an zahlreiche Dikotylenbaste erinnert. Diese Eigentümlichkeit legt die Vermutung nahe, daß das Röhrengummigutt nicht immer in Bambusrohrstücken aufgefangen wird, sondern hierzu auch vom Stamme abgelöste und zu einem Hohlzylinder vereinigte Rindenstücke verwendet werden. Diese Annahme erscheint um so berechtigter, als an solchen mit netzförmigen Zeichnungen versehenen Gummiguttstücken gewöhnlich eine stark hervortretende Längskante sich bemerkbar macht, welche der Verbindungslinie der wieder zu einem Hohlzylinder vereinigten Rindenstücke,

der zur Aufnahme des Gummiguttsaftes benutzt wurde, entsprechen dürfte.

Das Gummigutt ist auf frischer Bruchfläche rotgelb bis hell braunrot, wird nach einiger Zeit leberbraun und überzieht sich beim längeren Liegen an der Atmosphäre mit einer dunkelgrünlichen Schicht, welche meist am Kuchengummigutt stärker als am Röhrengummigutt entwickelt ist. Der Strich des Gummigutt ist zitronengelb, etwas ins Orange geneigt. Frisch aufgebrochen zeigt das Gummigutt muscheligen Bruch, Fettglanz, nach kurzer Zeit wird es matt. Dieses Gummiharz ist geruchlos, erregt auf der Zunge anfänglich einen milden, gummiartigen Geschmack, der aber bald einem scharfen, kratzenden Platz macht. Die Dichte des Gummigutt ist nahezu gleich 1,2.

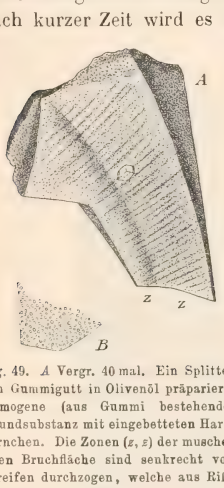


Fig. 49. *A* Vergr. 40 mal. Ein Splitter von Gummigutt in Olivenöl präpariert. Homogene (aus Gummi bestehende) Grundsubstanz mit eingebetteten Harzkörnchen. Die Zonen (*z*, *z*) der muscheligen Bruchfläche sind senkrecht von Streifen durchzogen, welche aus Rißlinien zusammengesetzt sind. In der Mitte der Grundsubstanz ein Kristall von Kalkoxalat. *B* Vergr. 300 mal. Ein Splitter von Gummigutt in Olivenöl präpariert, um die Harzkörnchen deutlich hervortreten zu lassen.

Legt man einen Splitter von Gummigutt in eine Flüssigkeit ein, in welcher dieses Gummiharz völlig unverändert bleibt, in der sich also keiner der vorhandenen Bestandteile löst, z. B. in Olivenöl, so erkennt man deutlich, daß eine homogene, glasartige Grundmasse vorhanden ist, in welcher eine Unzahl kleiner, kugelförmiger Körperchen suspendiert ist (Fig. 49). Durch Einwirkung der Lösungsmittel für Gummi und Harze auf das Gummigutt kann man konstatieren, daß die homogene Grundmasse aus Gummi besteht, hingegen die kleinen Körnchen dem im Gummigutt vorkommenden Harze entsprechen[1]).

Mit Wasser zerrieben bildet das Gummigutt die bekannte gelbe, zum Färben und Malen benutzte Emulsion. Im Mikroskop gesehen, erscheint die Emulsion als eine reichlich mit Körnchen durchsetzte Flüssigkeit. Die Körnchen sind nichts anderes als die schon genannten Harzkügelchen, welche in dem emulsionsartigen Gemenge die lebhafteste Molekularbewegung zeigen. In geringen Sorten erkennt man in diesem Gemenge auch Reste prosenchymatischer Zellen (Bastzellen), hin und wieder auch verschleimende Parenchymelemente und in den schlechteren Gummiguttsorten auch Stärkekörnchen. Selbst in den besten Sorten treten hin und wieder vereinzelte Kristalle von oxalsaurem Kalk auf (s. Fig. 49).

1) Wiesner, Gummi und Harze, p. 99.

Die natürliche Oberfläche des Gummigutt erscheint bei schwacher Vergrößerung fein bis grobkörnig; aber die hierbei sichtbar werdenden groben Körner erscheinen als homogene Masse, welche, bei stärkerer Vergrößerung betrachtet, von feinen Körnchen durchsetzt sich darstellt. Von der natürlichen Oberfläche losgelöste Splitter sind durchscheinend in allen Färbungen von braun durch grüngelb bis smaragdgrün.

Wie schon erwähnt, besteht das Gummigutt aus einer völlig homogenen gummiartigen Grundmasse, in welche feine kugelige Harzkörnchen eingebettet sind. Diese Struktur tritt uns auch auf jeder Bruchfläche entgegen. Die muschelige Bruchfläche ist allerdings auch von im großen Ganzen radialen Sprunglinien durchsetzt (Fig. 49), welche aber nicht jenen regelmäßigen Verlauf nehmen, wie dies bei allen glasig aussehenden Gummiarten der Fall ist, sondern wellen- oder zickzackförmig gestaltet sind, aber auch noch andere Unregelmäßigkeiten darbieten.

Chemische Beschaffenheit des Gummigutt. Es wurde bereits im Anhange an die allgemeine chemische Charakteristik der Harze die Zusammensetzung der meisten dieser Rohstoffe in übersichtlicher Weise gegeben. Bei der speziellen Betrachtung der letzteren sei daher auf diese Zusammenstellungen verwiesen.

Das Gummiguttharz ist in Äther und Alkohol leicht löslich. Als relativ bestes indifferentes Lösungsmittel für dasselbe empfiehlt K. Dieterich[1]) zwei Teile starken Alkohol und einen Teil Wasser, welche aber nicht gemischt sondern nacheinander angewendet werden sollen.

Nach Mauch wird Gutti schon von 5 Teilen 60 proz. Chloralhydratlösung aufgenommen.

Die stark sauer reagierende Lösung ist gelbrot gefärbt.

Das Gummigutt setzt sich aus Gummi, Gummiguttgelb (Harz), Wasser und Mineralbestandteilen zusammen. Zellulose wurde selbst in besseren Sorten, freilich nur in Spuren, beobachtet. In geringen Sorten wurde auch Stärkemehl nachgewiesen. Die Menge des Harzes steigt in den besten Sorten bis auf 86 Proz. Von Wasser sind etwa 5 Proz. vorhanden. Der Rest besteht vorwiegend aus Gummi. In bestem Röhrengummigutt hat Flückiger[2]) 15,8 Proz. Gummi gefunden.

Als Begleiter des Gummi wurde im Gummigutt ein Enzym nachgewiesen, welches Guajaktinktur bläut, mithin zu den Oxydasen zu rechnen ist. Da aber Guajaktinktur die Guttiemulsion erst nach 24 Stunden schwach bläut, so sind nur sehr kleine Quantitäten von diesem Enzym vorhanden[3]).

---

1) K. Dieterich, Analyse der Harze, Balsame und Gummiharze, p. 241.
2) Flückiger, l. c., p. 36.
3) Tschirch, Harze und Harzbehälter, 2. Aufl., 1906, I, p. 888.

Das Gummi ist in Wasser vollkommen löslich, wird durch Alkohol gefällt und bildet gereinigt ein blaßgelbes Pulver. Die Lösung des Gummi rötet Lackmus nicht, mischt sich ohne Trübung mit Bleizucker-, Borax- und Eisenchloridlösung, stimmt deshalb mit dem arabischen Gummi nicht überein (Flückiger).

D. Costelo[1]) hat die in Form von Klumpen, Röhren und Pulver in den Handel gelangenden Sorten von Gummigutt untersucht und nachfolgende Resultate gefunden:

	Harz	Gummi	Verunreinigungen
Klumpen	67,6 Proz.	27,4 Proz.	3,8 Proz.
Röhren .	79,3 »	19,4 »	0,15 »
Pulver .	76,6 »	22,5 »	0,70 »

Christison[2]) fand das Gummiharz aus etwa 72 Proz. Harz, 23 Proz. Gummi und 5 Proz. Wasser zusammengesetzt.

Nach dem Verdampfen der Lösungsmittel bleibt das Harz als kirschrote amorphe Masse zurück, welche im gepulverten Zustande eine schöne gelbe Farbe zeigt. Das Harz ist völlig geschmacklos, desgleichen das Gummi. Da nun das Gummigutt einen sehr scharfen kratzenden Nachgeschmack hat, so ist wohl kein Zweifel vorhanden, daß in diesem Gummiharz noch eine Substanz, welche bis jetzt bei der Analyse entgangen ist, vorhanden sein müsse.

Das mit Alkohol gereinigte, bei 92—96° schmelzende Harz (Gummiguttgelb) wurde von Büchner[3]) untersucht und von Johnston mit dem Namen Gambogiasäure bezeichnet.

Diese Substanz gibt nach Liechti[4]) bei der Oxydation mit Salpetersäure einen gelblichweißen, bitterlich schmeckenden Körper, der sich in Alkohol, Äther und in Alkalien auflöst und dessen Verhältnis zur Gambogiasäure noch nicht völlig geklärt ist.

Beim Erhitzen des Gummigutt mit konzentrierter Natronlauge auf 160—180° wurden von Tassinari[5]) nachfolgende Spaltungsprodukte erhalten: Limonen $C_{10}H_{16}$, Aldehyd $C_{10}H_{16}O$[6]), Isuvitinsäure (Phenylessig-o-Carbonsäure), $C_6H_4\begin{<}{CH_2COOH}{COOH}$, Xyletinsäure $C_9H_{10}O_3$, ein Gemenge von

1) D. Costelo, Pharm. J. Trans. [3] IX, p. 1022. — Jahresberichte, 1876, p. 947.

2) Christison, Liebigs Annalen **23** (1837), p. 172.

3) Büchner, Liebigs Annalen **45** (1843), p. 71.

4) Liechti, Archiv d. Pharm. **229** (1891), p. 426.

5) Tassinari, Gaz. chim. ital. XXVI, II, p. 248—56. — Berliner Berichte **29** (1896), p. 1113. Ref.

6) Der Aldehyd $C_{10}H_{16}O$ darf vielleicht den olefinischen Kampfern angereiht werden, da er mit Geraniumaldehyd (Geranial) manche Ähnlichkeit besitzt.

Benzolhomologen, eine indifferente kristallisierte Substanz $C_{10}H_{20}O_2$, Essigsäure und Methylalkohol. Der Aldehyd und die Isuvitinsäure dürften von den genannten Zersetzungsprodukten die primären sein.

Durch Schmelzen des gereinigten Gummigutt mit Kali erhielten Hlasiwetz und Barth[1] etwa 1 Proz. Phlorogluzin, Essigsäure und andere Fettsäuren, Brenzweinsäure $CH_3 . CH . COOH$ und Isuvitinsäure. $CH_2 . COOH$

Gummigutt, das von Tschirch und Lewinthal[2] näher untersucht wurde, kann zur Gruppe der Chromoresine (Farbharze) gerechnet werden.

Das von dem genannten Harz gewonnene Chromoresin ist ein gelbes Pulver, das in den gewöhnlichen Lösungsmitteln mit gelber Farbe löslich ist. Aus der ätherischen Reinharzlösung des Gummigutt ließen sich die drei nachfolgenden Säuren gewinnen:

		Schmelzpunkt
α-Garcinolsäure	$C_{23}H_{28}O_6$	129°
β-Garcinolsäure	$C_{25}H_{32}O_6$	129—132°
γ-Garcinolsäure	$C_{23}H_{28}O_5$	103—104°

Die genannten Verbindungen stellen gelblich gefärbte Substanzen dar, die in organischen Solventien sowie in Laugen löslich sind. γ-Garcinolsäure gibt in den verdünntesten Lösungen mit Alkalien rote Färbung. Die β-Garcinolsäure beträgt etwa $^4/_5$ des Reinharzes.

Aus dem Rückstand der alkoholischen Lösung der Droge konnte das Gummi (Arabinsäure) $C_6H_{10}O_5$ als ein weißlich-gelbes Pulver, das faden Geschmack besitzt und geruchlos ist, isoliert werden.

Nach den Arbeiten von Tschirch und Lewinthal besitzt die Droge nachstehende Zusammensetzung:

Gummi	16 Proz.		
Harz	77 »	10 Proz.	durch Bleiazetat fällbar,
		67 »	durch Bleiazetat nicht fällbar.

Der Rest besteht aus Verunreinigungen.

Das Gummigutt wird zum Färben von Weingeistfirnissen, zu Firnissen für Metallgegenstände (besonders zur Herstellung des Goldlackfirnis) und als Wasserfarbe zum Malen angewendet. Im photographischen Reproduktionsverfahren als Zusatz zu Tusche für Zeichenvorlagen. Die feineren Sorten werden medizinisch benutzt.

---

1) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **138** (1866), p. 68.

2) Tschirch und Lewinthal. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, p. 838. Lewinthal, Dissertation über das Gummigutti. Bern 1900.

Das Gummigutt ist seit dem Anfang des siebzehnten Jahrhunderts in Europa bekannt. Die erste Nachricht über diesen Körper, damals »Ghittaiemon« genannt, gab Clusius (1603), welcher den Körper von dem holländischen Admiral Jakob van Neck erhielt. Bald darauf wurde es medizinisch benutzt[1]). Technisch fand es erst in diesem Jahrhundert Verwendung.

2. Asa foetida.

Stammpflanze. Dieses Gummiharz, auch Asant, Stinkasant oder Teufelsdreck genannt, in den Pharmakopöen als Gummi-resina Asa foetida bezeichnet, stammt hauptsächlich von dem zur Familie der Umbelliferen gehörigen *Scorodosma foetidum*. Diese Pflanze kommt zwischen dem Aralsee und dem persischen Meerbusen, namentlich in Persien, vor. Am massenhaftesten ist sie in Chorasan, Herat und Chiwa zu finden, woselbst diese etwa zwei Meter hohe mehrjährige Pflanze förmliche Wäldchen bildet. In dem Steppengebiete, welches sie bewohnt, folgt sie dem kieselsandigen Boden und fehlt überall dort, wo der Boden einen lehmigen Charakter annimmt[2]).

Die besten Sorten von Asa foetida kommen aus Birjand in der Provinz Chorasan[3]).

Auch *Narthex Asa foetida*, in Afghanistan und im westlichen Tibet vorkommend, liefert Asant.

Es gibt noch mehrere andere gummiharzliefernde, nach Asant riechende Umbelliferen, welche aber auf Asa foetida nicht ausgebeutet werden, darunter die in Kaschmir auftretende *Ferula foetidissima*, die harzreichste und am stärksten riechende Asantpflanze, und *Ferula teterrima*, welche in der Dsungarei vorkommt und sehr stark nach Asant riecht.

In der Regel wird wohl die wild wachsende Pflanze zur Asantgewinnung herangezogen. Doch ist rücksichtlich der zuerst genannten Pflanze sicher, daß sie in einigen Gegenden, z. B. in Sykan zwischen Kabul und Balkh, kultiviert wird[4]).

Vorkommen des Gummiharzsaftes in der Asantpflanze. Nach Borszows Untersuchungen[5]) ist die Rindenschicht des Stengels

---

1) Näheres über die Geschichte des Gummigutt s. Flückiger, l. c., p. 37 f.

2) Auf lehmigem Wüstenboden wird sie durch eine nahe verwandte Art, *Ferula persica Willd.*, substituiert, welche aber keinen Asant liefert.

3) Nach neuesten englischen Konsularberichten. Chem. Drug. 1913.

4) Wood, Journey to the source of the river Oxus. London 1872. — Über die Stammpflanze der Asa foetida vgl. Holmes, Pharm. Journ. and Transactions. Bd. XIX (1888).

5) Die pharmazeutisch wichtigen Ferulaceen der aralo-kaspischen Wüste. St. Petersburg 1860.

und der Wurzel die Entstehungsstätte des Gummiharzes, welches besonders reichlich in der Wurzel auftritt. Nach den von Tschirch[1]) ausgeführten Untersuchungen ist der Gummiharzsaft der Asantpflanze in

Fig. 50. Schizogener Milchkanal aus Wurzelstücken, die aus gewöhnlicher Asa foetida ausgelesen wurden. *s* Sezernierungszellen. *i* sekretführender Interzellulargang. (Nach Tschirch.)

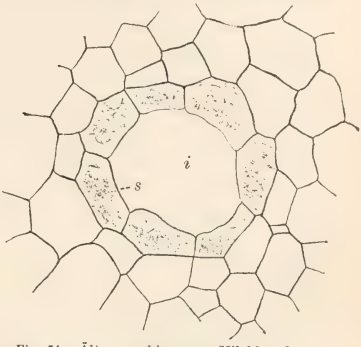


Fig. 51. Älterer schizogener Milchkanal aus der Wurzel von *Ferula tingitana*, welche das afrikanische Ammoniakgummi liefert. (Nach Tschirch.)

schizogenen Sekretbehältern (Fig. 50; s. auch Fig. 51) enthalten, welche langgestreckte Röhren darstellen und in konzentrischer Anordnung die Wurzel der *Ferula*-Arten durchsetzen (Fig. 52).

Schon die lebende Asantpflanze besitzt den höchst intensiven unangenehmen Geruch der Asa foetida, es muß mithin das in dieser Droge vorkommende, ihren Geruch bedingende ätherische Öl schon fertig gebildet in der lebenden Pflanze vorkommen.

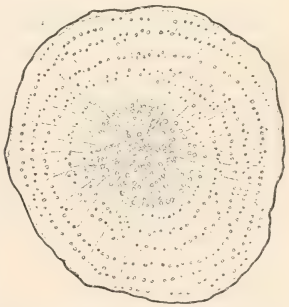


Fig. 52. Lupenbild. Querschnitt durch einen Wurzelast der *Ferula tingitana*. Die Milchkanäle sind in konzentrischen Zonen angeordnet. (Nach Tschirch.)

Gewinnung des Asant. Ob man die Wurzel oder den Stengel anschneidet: in jedem Falle tritt der Harzsaft an den Verletzungsstellen hervor, doch an der Wurzel reichlicher als am Stamme. Dies ist der Grund, daß hauptsächlich aus der Wurzel der Asant gewonnen wird. An der Wurzel haften nicht selten, ohne daß absichtliche Verletzungen vorgenommen wurden, mehr oder minder große Stücke des

[1]) Archiv der Pharmazie. Bd. XXIV (1886). S. auch Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie. I. Wien 1889, p. 479 und 486.

Gummiharzes. Nach älteren Angaben werden von etwa vierjährigen Individuen des *Scorodosma foetidum* die Stengel knapp an der Basis abgeschnitten und die Wundstelle mit Laub überdeckt; es fließt nach einiger Zeit ein Gummisaft aus, der rasch erhärtet. Man nimmt die Harzklumpen ab, schneidet von der Wurzel eine Scheibe ab, von welcher nach einigen Tagen neuerdings Harz abgenommen werden kann. Durch neuerliches Abtragen von Wurzelscheiben lassen sich von derselben Wurzel noch mehrmals Körner des Harzes gewinnen. Aus *Narthex asa foetida* wird das Harz in der Weise dargestellt, daß man die mächtige, den Boden überragende Wurzel anschneidet, worauf der Saft innerhalb 1—2 Wochen unaufhörlich herausfließt und teils in der Nähe der Wundstellen zu Körnern erstarrt, teils sich in grubenförmigen Vertiefungen, die man in den Boden macht, ansammelt. Nach Cookes Beobachtungen versetzt man die großen sich bildenden Harzmassen mit Gips oder Gerstenmehl und nur die in der Nähe der Blätter erstarrenden Körner werden unvermischt gelassen und bilden eine teure Sorte des Asant[1]).

Wie man heute weiß, ist die Art der Gewinnung des Asant nach Ländern verschieden, scheint aber in jedem Produktionsgebiet sich unverändert zu erhalten. So wird heute in Persien bei der Asantgewinnung noch so vorgegangen, wie im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts[2]). Nach Bellew[3]), welcher als Augenzeuge in Kandahar (Afghanistan) die Asantgewinnung verfolgte, werden daselbst die Wurzelköpfe freigelegt, indem man den Stengel abschneidet und den ausfließenden Gummiharzsaft in kleinen Gruben, welche man um die Wurzel herum ausgräbt, ansammelt. Scheiben werden von der Wurzel nicht abgeschnitten, vielmehr wird diese nur neu, an früher unverletzt gebliebenen Stellen angeschnitten. Um das Eintrocknen der angeschnittenen Wurzel zu verhindern, welches durch die Sonnenglut rasch erfolgen müßte, werden die Schnittwunden mit krautigen Pflanzenteilen bedeckt und diese mit Steinen beschwert. Die in den Gräben angesammelten Asantklumpen haben ein Gewicht bis zu einem Kilogramm. Auch bei Bellew findet sich die Angabe vor, daß das ausgeschiedene Gummiharz mit Mehl oder Gips gemengt wird. Aitchison hat gleichfalls als Augenzeuge über die Asantgewinnung berichtet. Nach seinen Mitteilungen erfolgt in Herat die Harzung im Monat Juni, in anderen Gebieten schon im April, stets dann, wenn die Blätter zu welken beginnen. Nach dem genannten Autor werden nur nicht blühende Pflanzen auf Asant ausgebeutet[4]).

1) Pharm. Journ. and Transact. V, p. 583.

2) Man vgl. Kämpfers Bericht der Darstellung des persischen Asant in dessen Amoenitates exoticae vom Jahre 1712, p. 592.

3) From the Indus to the Tigris. London 1874.

4) Pharm. Journ. and Transact. 1886, 1887.

Die Ausbeutung des Asant erfolgt in vielen Gegenden in so brutaler Weise, daß in manchen Gebieten die Gewinnung dieses Gummiharzes aufgegeben werden mußte oder nicht mehr so ergiebig wie früher ausfällt. In Kandahar ist die Asantgewinnung neuestens sehr zurückgegangen. Nach Mitteilungen des um die Erforschung Persiens hochverdienten österreichischen Arztes Dr. Polak ist die Asantpflanze in den Bergen zwischen Majar und Ispahan fast ausgerottet, so daß die Asantsammler aus Chorasan dieses Gebiet nicht mehr aufsuchen. Hingegen wird zwischen Kabul und Balkh die Pflanze behufs Asantgewinnung in förmlichem landwirtschaftlichem Betrieb gehalten[1]).

Eigenschaften. Aus den angeschnittenen Sekretbehältern der Stammpflanzen des Asant tritt ein weißer Gummiharzsaft hervor, welcher zu einer undurchsichtigen, hellen, beinahe weißen, aber rasch eine dunklere Farbe annehmenden Masse erstarrt. Anfänglich erscheint der Asant rötlich angehaucht, die Farbe geht dann in Rotviolett und schließlich in ein stationäres Braun über. Frisch angeschnittene Körner, namentlich die später berührten »Mandeln«, zeigen selbst an der schon lange gelagerten Ware die genannten Farbenwandlungen. Mit Salzsäure oder Salpetersäure behandelt, nimmt die Asa foetida eine malachitgrüne Farbe an. Mit konzentrierter Schwefelsäure angerieben, gibt Asa foetida, nachdem die überschüssige Säure abgestumpft wurde, eine Flüssigkeit, welche Umbelliferon aufgelöst enthält und infolgedessen schön blau fluoresziert.

Wird die wässerige Emulsion dieses Gummiharzes mit Guajaktinktur behandelt, so tritt Blaufärbung ein infolge der Anwesenheit eines das Gummi des Asant begleitenden oxydierenden Enzyms[2]).

Der Asant bildet Körner oder breccienartige Stücke, welche, anfangs weich und klebend, stark aneinander haften und zu größeren Massen vereinigt erscheinen. Im Innern behalten die Stücke ihre Klebrigkeit und eine wachsartige Konsistenz. In der Wärme erweichen sie noch mehr, in der Kälte werden sie hart und spröde und können dann leicht gepulvert werden.

Nach Flückiger erscheinen die reinsten Körner des Asant im Mikroskop ganz gleichartig[3]). Ich finde aber, daß jede Sorte von Asant und auch die dem freien Auge homogen erscheinenden Körner, desgleichen die später zu berührenden »Mandeln«, wie alle Gummiharze, im Mikroskop stets ein inhomogenes Aussehen darbieten, indem Harz

1) Wood, l. c.

2) Wiesner, Über das Gummiferment. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wiss. (1885), wo auf diese Reaktion zuerst hingewiesen wurde. S. ferner Tschirch, Harze und Harzbehälter. 2. Aufl. Leipzig 1906, I, p. 885.

3) Pharmakognosie. 1891, p. 58.

und Gummi getrennt erscheinen. Der morphologische Charakter des Asant tritt deutlich hervor, wenn man kleine platte Stücke in Öl eingelegt im Mikroskop ansieht. Man bekommt ein ganz anderes Bild als bei Gummigutt. Während dieses aus einer homogenen gummiartigen Grundmasse besteht, welche dicht mit kleinen kugeligen Harzkörnern erfüllt erscheint, erblickt man an Asantsplittern eine sehr inhomogene Masse. Es bildet nämlich auch hier das Gummi die Grundmasse, welche aber zum Teil ganz frei von harzigen Beimengungen ist und von parallel laufenden feinen Rissen durchsetzt erscheint, wie etwa ein Splitter von Akaziengummi. Andere Partien der Grundsubstanz sind hingegen von Harzkörnchen (und Tröpfchen von ätherischem Öl) durchsetzt, welche aber nicht durchweg kugelig gestaltet zu sein scheinen. Wasser gibt mit Asant eine Emulsion, welche aus Harzkörnchen und Öltröpfchen besteht. Die Molekularbewegung dieser kleinen Körperchen erscheint nicht so lebhaft wie die der Körnchen einer Gummiguttemulsion. Mit Alkohol behandelt, hinterbleibt von jedem Splitter das Gummi und nun erkennt man deutlich die homogenen Anteile von Gummi, von zahlreichen parallelen Klüften durchsetzt.

Der Geruch des Asant ist bekannt. Bei vorsichtigem Schmelzen schlägt der abscheuliche knoblauchartige Geruch in einen benzoëartigen Wohlgeruch um. Der lange anhaltende Geschmack ist scharf, bitter, dabei aber doch auch aromatisch.

Sorten des Asant. Im Handel unterscheidet man zwei Sorten dieses Gummiharzes, nämlich Asant in Körnern (Asa foetida in granis) und massigen Asant (A. f. in massis). Erstere Sorte ist die bessere. Sie besteht aus ziemlich homogenen, 1—3 cm im Durchmesser haltenden Stücken, welche je nach ihrem Alter weißlich bis braun gefärbt sind. Sie liefert bloß 2—3 Proz. Asche. — Die zweite Sorte ist stets weniger homogen; häufig läßt sie eine ziemlich gleichartige Grundmasse erkennen, in welche dichte Asantkörner (»Mandeln«) eingebettet sind. Solche Sorten hat man ihrer Mandelstruktur halber Asa foetida amygdaloides genannt. Diese Sorte ist reich an fremden Bestandteilen; sie führt mineralische Körper (Gips, Kalk), manchmal Stärke oder Getreidemehl (Gerstenmehl; s. oben S. 242) und fast immer Gewebsbestandteile der Stammpflanze. Auch Sand, ja selbst Steinchen[1]) und gröbere Pflanzenteile finden sich in dieser Ware vor. Ich habe in dieser Asantsorte bis zu 27 Proz. Mineralbestandteile aufgefunden[2]).

Die Kaufleute, welche mit Asant handeln, betrachten dieses Geschäft wegen der vielen und verschiedenartigen Fälschungen, denen diese Ware

1) Vogl, l. c., p. 440.

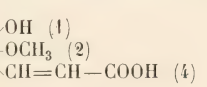
2) Nach Dietrich (1882) kommen in Asa foetida bis 47, nach Pierce (1884) bis 57 Proz. Mineralbestandteile vor. Vogl, l. c., p. 440.

ausgesetzt ist, als sehr unbequem und beklagen sich darüber, daß selbst bei bestem Willen eine Asa foetida von stets gleicher Qualität nicht geliefert werden kann[1]).

In den Bazaren von Bombay erscheint eine teure, nicht in den europäischen Handel gelangende Asantsorte, die Hing-Asa (Hing aus Abushaher), welche in Kerman und Chorasan von *Ferula alliacea Boiss.* gewonnen wird (Dymock). Nach Flückiger bildet sie eine braune, schmierige Masse von unangenehmem Geruch, welcher von dem des gewöhnlichen Asant verschieden ist. Sie liefert allerdings auch ein schwefelhaltiges Öl, aber nach Hirschsohn kein Umbelliferon. Diese Sorte wird als Arzneiware in Bombay höher als die gewöhnliche Asa foetida geschätzt. —

Chemische Beschaffenheit des gewöhnlichen Asant. Das Rohharz ist in allen indifferenten Lösungsmitteln nur teilweise löslich. Von Alkohol werden 90 Proz., von Wasser bis 20 Proz. aufgenommen[2]). Mauch fand, daß sich Gummi und Harz der Asa foetida in der 10 bis 15fachen Menge 60proz. Chloralhydratlösung vollkommen klar lösen[3]) und benutzt dieses Verhalten zur Bestimmung der Verunreinigungen in dem Harze.

Durch Äther läßt sich letzteres in einen in diesem löslichen und einen darin unlöslichen Anteil trennen. Aus ersterem kann freie Ferulasäure,



isoliert werden. Diese zuerst von Hlasiwetz und Barth[4]) in der Asa foetida aufgefundene Säure bildet rhombische, irisierende, bei 168 bis 169° schmelzende, in heißem Wasser lösliche Nadeln.

Das in der ätherischen Lösung außer Ferulasäure und Vanillin befindliche Harz zeigt nach den Untersuchungen von Tschirch und Polaček[5]) die Eigenschaften eines Resins. Das *Asaresin* liefert bei der Verseifung zwei Spaltlinge, die Ferulasäure und einen Harzalkohol, das Asaresinotannol $C_{24}H_{33}O_4 \cdot OH$, das ein braungelbes leicht in Lauge[6])

1) Chem. Drug. 1913, nach englischen Konsularberichten aus Bender (im Norden des Golfs von Persien). Zeitschrift des Allgem. Österr. Apothekervereins 1913, p. 230.

2) K. Dieterich in Lunge-Berl, p. 785.

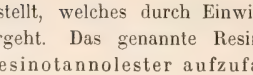
3) K. Dieterich, Analyse der Harze, p. 261.

4) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **138** (1866), p. 64.

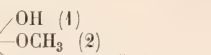
5) Tschirch und Polaček, Archiv d. Pharm. **235** (1887), p. 125.

6) Asaresinotannol ist außerdem leicht löslich in Äthylalkohol, Amylalkohol, Azeton, Chloroform und Essigsäure; schwer löslich in Äther, Benzol und Schwefelkohlenstoff; unlöslich in Petroläther.

lösliches Pulver darstellt, welches durch Einwirkung von Salpetersäure in Pikrinsäure übergeht. Das genannte Resin ist demnach als ein Ferulasäure-Asaresinotannolester aufzufassen:



Wird das von freier Ferulasäure und Vanillin befreite Asaresin statt mit Pottaschelösung mit verdünnter Schwefelsäure hydrolisiert, so wird nicht Ferulasäure sondern Umbelliferon,



ein in feinen Nadeln (Schmelzpunkt 223—224°) kristallisierender, in heißem Wasser löslicher Körper erhalten.

Das in Äther unlösliche Harz ist freies Asaresinotannol und zeigt gegen Reagentien ein ganz anderes Verhalten als der in Äther lösliche Teil. So erhält man mit Schwefelsäure keine blaue Fluoreszenz. Ammoniak und Kalilauge lösen das Harz sehr leicht, während es von Äther und Essigäther gar nicht aufgenommen wird.

Tschirch und Polaček untersuchten reine Tränen aus Asa foetida amygdaloides und fanden nachstehende Resultate:

In Äther lösliches Harz (Ferulasäureester des Asaresinotannols)	61,40 Proz.
In Äther unlösliches Harz (freies Asaresinotannol)	0,60 »
Gummi	25,10 »
Ätherisches Öl	6,70 »
Vanillin	0,06 »
Freie Ferulasäure	1,28 »
Feuchtigkeit	2,36 »
Rest (Verunreinigungen)	2,50 »
	100,00 Proz.

Asa foetida-Gummi bleibt beim Lösen des Asant in Weingeist zurück und bildet eine graue Masse, die an Wasser nur sehr wenig abgibt.

Das ätherische Öl[1]) der Asa foetida, das zuerst von Hlasiwetz[2]), später von Semmler[3]) eingehend untersucht wurde, wird am besten durch Destillation des Harzes mit Wasserdämpfen gewonnen und zeigt

1) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. 1899, p. 751.
2) Hlasiwetz, Liebigs Annalen **71** (1849), p. 23.
3) Semmler, Archiv d. Pharm. **229** (1891), p. 1.

dann eine dunkelbraungelbe Farbe und besitzt den unerträglichen Geruch der Asa foetida. Das Öl hat das spezifische Gewicht 0,975—0,990; optische Drehung $[\alpha]_D = -9^\circ 15'$. Der Gehalt desselben an Schwefel beträgt 20—25 Proz. Es läßt sich bei gewöhnlichem Druck nicht, sondern nur im Vakuum destillieren und enthält nach Semmler nachstehende Körper:

	Enthalten in der Fraktion	Menge
Ein Terpen (Pinen?) $C_{10}H_{16}$	— 65°	6—8 Proz.
Disulfid $C_7H_{14}S_2$	80— 84°	45 »
Disulfid $C_{11}H_{20}S_2$	120—130°	20 »
S-freier Körper $(C_{10}H_{16}O)_n$[1]	133—145°	20 »
Disulfid $C_8H_{16}S_2$	92— 96°	— »
Disulfid $C_{10}H_{18}S_2$	112—116°	— »

Verwendung. Der Asant dient im Orient, in neuerer Zeit angeblich auch in der französischen Küche[2]) zum Würzen der Speisen. Er findet Verwendung in der Medizin und in der Bereitung von Kitten.

Verfälschungen. Morner und Fristedt konnten in einer Asa foetida in lacrimis beträchtliche Mengen von Gips (Alabasterstücke) nachweisen. Nur 5 Proz. der Droge waren echt[3]). Die Ware wird gewöhnlich als unverfälscht angesehen, wenn sich 50 Proz. in Alkohol lösen und der Aschengehalt 10—15 Proz. beträgt (s. z. B. Deutsches Arzneibuch und den Kommentar der öster. Pharmakopöe). Trotz des Zutreffens dieser Charaktere können Verfälschungen mit geringen Sorten von Galbanum und Gummi Ammoniacum vorliegen und kommen faktisch vor[4]). Diese Verfälschungen können durch Destillation der flüchtigen Öle nachgewiesen werden, indem diese Körper sich wesentlich voneinander unterscheiden.

Geschichtliches. Der Asant war im Mittelalter bekannt und wurde vielleicht schon im Altertum benutzt. Silphion und Laser der Alten wurden mehrfach als Asant gedeutet. Die Mediziner der Salerner Schule gebrauchten den Asant schon im elften und zwölften Jahrhundert.

---

1) Der schwefelfreie Körper $(C_{10}H_{16}O)_n$ ist identisch mit einer Substanz, die in anderen ätherischen Ölen in einer blauen oder grünen Modifikation, wenn auch selten, vorkommt. Sie wird aus dem Rohöl der Asa foetida in blauer Modifikation erhalten beim Destillieren desselben unter gewöhnlichem Druck und zeigt einen Siedepunkt von etwa 300°.

2) Im Dictionnaire univ. de cuisine von J. Favre (Encycl. d'Hygiène aliment.), Paris, I (1894), p. 186, wird Asant allerdings abgehandelt, aber ohne Erwähnung seiner Verwendung in der französischen Küche.

3) K. Dieterich, l. c., p. 258.

4) Gehes Handelsberichte. 1912.

Diese Droge kam im Mittelalter über Aden in den Handel. Technische Verwendung hat der Asant erst in diesem Jahrhundert gefunden.

3. Galbanum[1]).

Dieses Gummiharz, auch Mutterharz genannt, in England und Frankreich gleichfalls als Galbanum, in den Pharmakopöen als Gummi-resina Galbanum bezeichnet, stammt von der im nördlichen und mittleren Persien vorkommenden, zu den Umbelliferen gehörigen *Ferula galbaniflua*, vielleicht auch noch von einigen anderen *Ferula*-Arten[2]).

Es wird angegeben, daß sich an der Stammpflanze das Harz in Form von Tropfen am Grunde des Stammes und der Blätter ansammelt.

Das Galbanum entsteht sowohl im Stengel als in der Wurzel der Stammpflanze, aber umgekehrt wie bei dem Asant wird das Galbanum hauptsächlich im Stamme gebildet. Es entsteht nach den von Tschirch[3]) angestellten Untersuchungen in schizogenen Interzellularen, welche nach diesem Forscher im Stamme der *Ferula galbaniflua* sowohl mark- als rindenständig auftreten. Seltener kommt es vor, daß dem Holzteil des Gefäßbündels Gummiharzgänge eingefügt sind (s. Fig. 53).

Was die Gewinnung anbelangt, so wird die Pflanze nicht angeschnitten, sondern jenes Gummiharz, welches aus der Pflanze freiwillig austritt, wird, nachdem es an der Luft erhärtete, eingesammelt[4]).

Das im europäischen Handel erscheinende Galbanumharz bildet entweder kleine, 0,5—1 cm im Durchmesser haltende, individualisierte Körner oder größere, wahrscheinlich aus kleineren Stücken zusammengeknetete Massen von ziemlich gleichartiger, grünlich-brauner Farbe, wachsartigem Glanze, durchdringendem, an gelbe Rübe erinnerndem Geruche und bitterem, terpentinartigem Geschmack. Länger gelagert nimmt das Galbanum eine aus Grün in Orange übergehende bräunliche Farbe an. Auf frischer Bruchfläche ist es gelblich bis weiß, glänzt, wird aber bald matt. Der Bruch ist muschelig.

Betrachtet man einen Splitter des Galbanum unter Mikroskop, so erkennt man eine homogene Grundsubstanz, in welche teils kleine Körnchen, teils kleine (optisch) rötlich erscheinende Tröpfchen eingebettet sind. Nirgends erblickt man homogene klare Gummimassen wie im

1) Das Galbanum wurde monographisch von Edward Hirschsohn bearbeitet: Pharm. Journ. and Transact. 1876, p. 369 ff.

2) Als Galbanum-Pflanzen werden noch angegeben: *Ferula rubricaulis*, *F. erubescens*, welche letztere längere Zeit als die wahre und einzige Stammpflanze des Mutterharzes galt, endlich *F. Schair*, welche Borszow (l. c.) östlich vom Aralsee entdeckte.

3) Angewandte Pflanzenanatomie I, p. 504 f.

4) Buhse, Aufzählung der in Transkaukasien und Persien gesammelten Pflanzen. Moskau (1850 und 1860).

Asant; es sind vielmehr die Harze und das ätherische Öl in der Grundmasse gleichmäßig verteilt. Die Grundsubstanz ist in Wasser quellbar, löst sich schließlich in Wasser auf und besteht aus den gummiartigen Bestandteilen dieses Gummiharzes. Die Körnchen und Tröpfchen sind in Wasser unlöslich. Behandelt man ein Stückchen dieses Gummiharzes

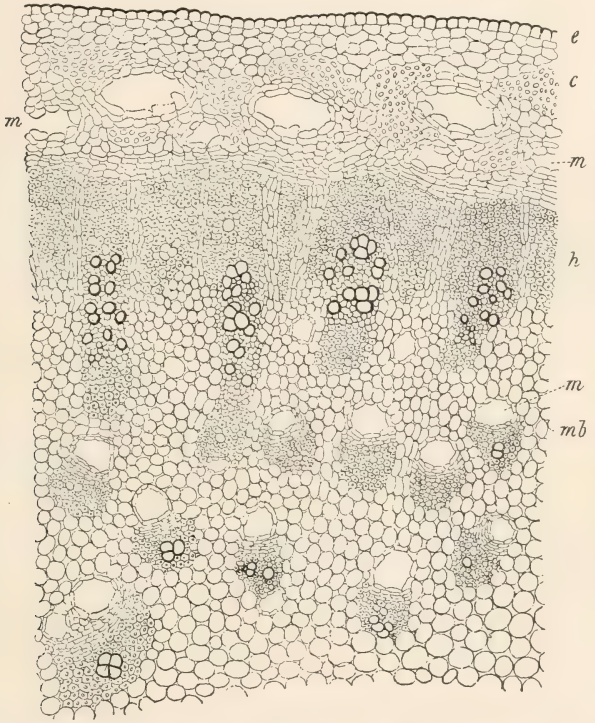


Fig. 53. Querschnitt durch die Randpartie eines Stengels von *Ferula galbaniflua*. *e* Epidermis. *c* Kollenchym. *m* schizogene Milchkanäle (Gummiharzgänge). *h* periphere Gefäßbündel, von Markstrahlen getrennt. *mb* markständige Gefäßbündel. (Nach Tschirch.)

mit Wasser, so bildet sich eine Emulsion, indem die gummiartige Masse sich auflöst, die feinen Harzkörnchen und Tröpfchen (ätherisches Öl) im Wasser suspendiert bleiben. Die Körnchen sind teils kugelige, teils verschieden geformte, auch elliptische bis stabförmige Gebilde. Die kugelförmigen Körperchen deuten auf Harze hin, welche aus einem Lösungsmittel gefällt wurden, die anderen festen Harzausscheidungen haben

sich wohl aus Lösungen der harzartigen Körperchen in ätherischem Öle durch Verdunstung des Lösungsmittels abgeschieden und sind deshalb von außerordentlicher Kleinheit, weil sie aus an sich schon sehr kleinen Tröpfchen sich abgeschieden haben.

Im Handel unterscheidet man Galbanum in Körnern (Galbanum in granis) und massiges Galbanum (G. in massis). Ersteres wird nach Flückiger, nachdem es mit Weingeist befeuchtet wurde, durch Salpetersäure violett, eine Reaktion, welche dem massigen Mutterharz nicht eigen ist. Diese Verschiedenheit scheint darauf hinzudeuten, daß das käufliche Galbanum von verschiedenen Pflanzenarten herrührt. —

Dieses Gummiharz ist weich, etwas knetbar und gibt mit Wasser eine weißliche Emulsion. Längere Zeit liegend, erhärtet es; aber schon bei schwacher Erwärmung wird es weich und klebrig. Es enthält etwa 7 Proz. ätherisches Öl, über 50 Proz. Harz und ein in den Löslichkeitsverhältnissen zum Teil mit Bassorin übereinstimmendes Gummi, endlich konstant ein oxydierendes Enzym, indem auf Zusatz von Guajaktinktur zur wässerigen Emulsion Bläuung auftritt; Pflanzenteile kommen darin nicht selten vor. Die Menge der Mineralbestandteile beträgt stets einige Prozente.

Chemische Beschaffenheit des Galbanums[1]). Galbanum ist in allen indifferenten Lösungsmitteln nur teilweise löslich. Das Reinharz löst sich in Natriumsalizylatlösung (1 : 1), es besteht nach Hirschsohn[2]), Baker und E. Dieterich[3]) aus 50—65 Proz. Harz, 18 Proz. Gummi und 3—10 Proz. ätherischem Öl. Hirschsohn fand den Schmelzpunkt der persischen Sorten bei 40°, der levantinischen bei 42°, und isolierte aus dem Harz Galbanumsäure[4]).

Letztere stellt gelbweiße, geschmack- und geruchlose, sublimierbare Nädelchen dar, die aus verdünntem Alkohol in prachtvollen 1—2 cm langen farblosen Nadeln kristallisieren.

Die Anwesenheit dieser Substanz im normalen Galbanum wurde von Tschirch und Conrady[5]) sowie von Tschirch und Knitl[6]) bestritten.

Es unterliegt jedoch nach den Arbeiten von Hirschsohn keinem Zweifel, daß es Galbanumsorten gibt, aus welchen sich die genannte Säure isolieren läßt.

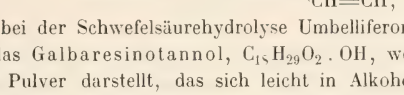
K. G. v. Küylenstjerna[7]) hat die Galbanumsäure einer neuerlichen

1) Tschirch, l. c., p. 346.
2) Russ. Zeitschrift f. Pharm. 1875, p. 225—285.
3) E. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1886, p. 9; 1887, p. 10.
4) Cöthener Chemiker-Zeitung **17** (1893), p. 195.
5) Tschirch und Conrady, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 98.
6) Tschirch und Knitl, Archiv d. Pharm. **237** (1899), p. 269.
7) Tschirch und K. G. v. Küylenstjerna, Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 533.

Untersuchung unterzogen, ohne zu einem abschließenden Resultate zu gelangen. Als wahrscheinliche Formel wird $C_{13}H_{20}O_2$ angenommen.

Tschirch und Conrady[1]) untersuchten ein Galbanum in massis von grünlichbraunem Aussehen mit reichlichen Körnern und fanden 63,5 Proz. spirituslösliches Harz, 9,5 Proz. ätherisches Öl und 27 Proz. Unreinigkeiten und Gummi. Der Aschengehalt betrug 8,25 Proz.

Das durch Lösen des Rohstoffes in Alkohol hergestellte Reinharz besteht aus Umbelliferon-Galbaresinotannoläther,



und gibt bei der Schwefelsäurehydrolyse Umbelliferon und einen Harzalkohol, das Galbaresinotannol, $C_{18}H_{29}O_2 \cdot OH$, welches ein braunes, amorphes Pulver darstellt, das sich leicht in Alkohol, Kalilauge, konzentrierter Natriumsalizylatlösung (1 : 1) und Azeton, sehr schwer in Äther, fast gar nicht in Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Ammoniak löst.

Bei der Behandlung mit Salpetersäure liefert Galbaresinotannol Kampfersäure und Kampforonsäure[2]), während Schwanert bei der Oxydation des Galbanumharzes Styphninsäure, Kampfersäure und Kampforonsäure erhielt. Die Bildung des Trinitroresorzin (Styphninsäure) kann auf das Umbelliferon zurückgeführt werden.

Die Analyse des Reinharzes ergab etwa 20 Proz. gebundenes Umbelliferon, etwa 50 Proz. Galbaresinotannol und etwa 0,25 Proz. freies Umbelliferon.

Das ätherische Galbanumöl[3]) ist eine fast wasserhelle, nicht unangenehm aromatisch riechende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 0,910—0,940, welche durch Destillation der Droge mit Wasserdämpfen gewonnen wird. Es ist optisch links- oder rechtsdrehend $[\alpha]_D = +20$ bis $-10°$. Nach Hirschsohn[4]) kann es aber auch auf kaltem Wege erhalten werden, indem man das Harz mit Petroläther behandelt, der nur das Öl aufnimmt.

Das auf letztgenannte Weise erhaltene Produkt ist von sirupartiger Konsistenz, wird leicht von Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, schwer von Alkohol aufgenommen.

Die bei 160—161° siedende Fraktion des Galbanumöls enthält d-Pinen, außerdem fanden Wallach[5]) und Brühl[6]) in dem zwischen 270—280° übergehenden Anteil ein Sesquiterpen, das Kadinen, $C_{15}H_{24}$.

1) Tschirch und Conrady, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 98.
2) Siehe Näheres im allgemeinen Teil.
3) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, p. 751.
4) Hirschsohn, Pharm. Zeitschrift f. Rußland. 1875.
5) Wallach, Liebigs Annalen **238** (1887), p. 84.
6) Brühl, Berliner Berichte **21** (1888), p. 164.

Das Galbanumharz gibt bei der trockenen Destillation[1]) ein prachtvoll blaues, aromatisch riechendes Öl vom Siedepunkt 289°, das nach Kachler[2]) einen Kohlenwasserstoff $C_{30}H_{48}$ enthält. Dem durch Erhitzen auf 250° von letzterem befreiten Öle dürfte die Formel $C_{10}H_{16}O$ zukommen.

Aus dem mit Weingeist erschöpften Galbanum kann man mit Wasser das Gummi[3]) extrahieren, welche Lösung nach Hirschsohn die Polarisationsebene nicht ablenkt.

Das Galbanum zeigt einige prägnante Reaktionen; so gibt eine alkoholische Lösung des Harzes beim Versetzen mit Ammoniak blaue Fluoreszenz, welche durch das in dem Harze enthaltene freie Umbelliferon hervorgerufen wird.

Durch Kochen von Galbanum mit Kalilauge und Chloroform tritt nach Hirschsohn[4]) eine prachtvolle Grünfärbung der Flüssigkeit ein, welche Reaktion nach Tschirch und Conrady[5]) der Umbellsäure $C_6H_3(OH)_2CH = CH - COOH$ zukommt, indem das Umbelliferon durch Kalilauge in diese Säure übergeführt wird.

Das Eintreten der Violettfärbung beim Erwärmen des Harzes mit Salzsäure und Alkohol ist eine Reaktion des ätherischen Öls.

Das Galbanum dient in der Medizin und zur Bereitung von Kitten, z. B. des sog. Diamantkittes.

Bei Dioscorides und Plinius wird Galbanum bereits erwähnt. Im Mittelalter wurde es in Europa als Gewürz und Heilmittel verwendet. Näheres bei Flückiger, l. c., p. 68.

4. Ammoniakgummi.

Eine in den Steppen des westlichen Asiens, oft als Begleiterin des *Scorodosma foetidum*, vorkommende, bis etwa 3 m hohe, ausdauernde Umbellifere, *Dorema ammoniacum*, liefert dieses Gummiharz, welches von den Pharmakopöen als Gummi-resina ammoniacum bezeichnet wird. Im französischen Handel heißt es Ammoniaque, im englischen Ammoniacum. Nach Borszow[6]) wird bloß in einigen Gegenden Persiens das Harz der genannten Pflanze gesammelt, obgleich diese Umbellifere im aralo-kaspischen Steppengebiete weit verbreitet ist.

Das Harz entsteht nach gewöhnlicher Angabe aus einem der Pflanze ohne äußere Angriffe entströmenden Milchsafte (Gummiharzsaft), welcher

1) Mößner, Liebigs Annalen **119** (1861), p. 262.
2) Kachler, Archiv d. Pharm. **148** (1859), p. 3.
3) Frischmuth, Inaugural-Diss. Dorpat 1892, p. 66.
4) Hirschsohn und Dragendorff, Analyse von Pflanzen, p. 137.
5) Tschirch und Conrady, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 129.
6) l. c.

an der Wurzel und am Stamme zu Körnern verschiedener Größe erstarrt. Es wird indes auch angegeben, daß das Ammoniakgummi nicht freiwillig ausfließe, sondern aus Wunden hervortrete, welche von einem bohrenden Insekt den Stengeln beigebracht werden. Nach anderen Angaben werden die Wunden zur Zeit der Fruchtbildung durch stechende Insekten hervorgerufen[1]).

Der Gummiharzsaft kommt vornehmlich im Stamme und in der Wurzel der Stammpflanze vor, findet sich aber auch in den Blattstielen und in den Infloreszenzachsen. Nach den Untersuchungen Tschirchs tritt dieser Gummiharzsaft in Milchsaftbehältern auf, welche in zartwandigem Gewebe eingebettet sind. Diese Sekretbehälter sind ursprünglich schizogener Natur, verschmelzen aber später mehrfach miteinander. Im Stengel lehnen sich diese Gummiharzgänge einzeln oder zu zweien und dreien an die Holzteile der Gefäßbündel an und treten in der Rinde hauptsächlich an der Innenseite von Bastzellenstreifen auf. In den Blattstielen begleiten sie die Gefäßteile und im Rindenteile die Bastbelege[2]). In der jungen Wurzel sind die Gummiharzgänge, wie beim Asant, in konzentrischer Anordnung zu finden.

Das Harz scheint von den Pflanzen einfach abgenommen und nicht durch Anschneiden gewonnen zu werden.

Nach einer Angabe, die ich bei Tschirch (l. c.) finde, kommen die mit Gummiharztropfen besetzten Stengel nach Bombay, wo das für den Handel bestimmte Gummiharz von den Stengeln abgetrennt wird.

Das aufgesammelte Gummiharz wird nach Ispahan und Bombay gebracht. Das Sammelprodukt ist stark verunreinigt und wird an den genannten Orten sortiert. Der Handel mit Ammoniakgummi ist in Bombay konzentriert.

Die Körner dieses Gummiharzes haben meist einen Durchmesser von 0,5—1,5 cm. Sie sind nicht ganz opak, weißlich, außen bräunlichgelb, zeigen einen wachsartigen Glanz; auf frischer Bruchfläche sind sie manchmal bläulich angehaucht. Sie erweichen schon in der Hand, riechen ziemlich stark und eigentümlich und schmecken bitter, scharf.

Unter Mikroskop betrachtet, zeigt sich eine gummiartige, homogene Grundmasse, in welcher Körnchen und Tröpfchen gleichmäßig eingebettet erscheinen. Jeder Splitter ist von unregelmäßig sich verzweigenden Rissen durchsetzt. In Wasser löst sich die gummiartige Grundmasse auf; die Harzkörnchen und Öltröpfchen verteilen sich in Wasser zu einer weißlichen Emulsion. Die Harzkörnchen sind wie bei Galba-

1) S. hierüber u. a. Dymock, Pharm. Journ. and Transact. 1875, und Aitchison, Pharm. Journ. and Transact. 1886, 1887.

2) Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie. I, p. 505. Derselbe, Harze und Harzbehälter. 2. Aufl. Leipzig (1906), I, p. 339.

num teils kugelig, teils unregelmäßig langgestreckt. Wenn sog. »Mandeln« (s. unten bei den Sorten) vorkommen, ist in der mikroskopischen Struktur zwischen diesen und der Grundsubstanz kein Unterschied zu finden.

Man unterscheidet im Handel Ammoniak in Körnern (in granis) und in Massen (in massis). Letzteres zeigt oft Mandelstruktur und heißt dann Ammoniacum amygdaloides.

Dieses Gummiharz enthält nach älteren Bestimmungen etwa 70 Proz. Harz, 3—4 Proz. ätherisches Öl, Gummi und Wasser. Nach Tschirch tritt im Ammoniakgummi ein oxydierendes Enzym auf, welches auf Zusatz von Guajaktinktur erkannt wird. Fremde Beimengungen sind in der sortierten Ware nur selten zu bemerken.

Bei der Wiener Weltausstellung (1873) trat zum ersten Male ein marokkanisches Ammoniakgummi auf, welches nunmehr schon im Handel erscheint. Es stammt von *Ferula tingitana* (Abbildung des Wurzelquerschnitts dieser Pflanze Fig. 52 p. 241), einer in Nordafrika (und Syrien) vorkommenden Umbellifere. Nach A. Vogl[1]) bildet dieses Ammoniacum schwere, bis mehrere Kilogramm wiegende Klumpen; es zeigt eine schwarzbraune Grundsubstanz, die aus Erde, Sand, Pflanzenresten und Gummiharzkörnern besteht. Diese Gummiharzkörner erreichen Walnußgröße, sind außen braungelb, brechen großmuschelig. Die frische Bruchfläche ist wachsglänzend, weißlich oder gelblich, läuft bläulich an. Im chemischen Verhalten ist das afrikanische Ammoniacum von dem persischen verschieden. Wird ersteres mit weingeistiger Ammoniakflüssigkeit übergossen, so erhält man eine bläulich fluoreszierende Flüssigkeit, was bei gleicher Behandlung des letzteren nicht eintritt. —

Chemische Beschaffenheit des Ammoniakgummi[2]). Ammoniakgummi ist in allen indifferenten Lösungsmitteln nur teilweise löslich. Alkohol nimmt 90 Proz., Wasser bis 20 Proz. auf. Werden 5 g des genannten Harzes mit starker Salzsäure gekocht und das Filtrat mit Ammoniak übersättigt, so zeigt ersteres bei Anwesenheit von Galbanum im auffallenden Licht die charakteristische blaue Fluoreszenz des Umbelliferons[3]).

Das Ammoniakgummi schmilzt bei 45—54° und ist ein Gemenge von Harz, ätherischem Öl und Gummi in wechselnden Verhältnissen. Die Weichheit der Droge rührt zum Teil von deren Wassergehalt her.

Die quantitative Untersuchung des Ammoniakgummi ergab nach Tschirch und Luz[4]) folgendes Resultat:

1) Kommentar zur österr. Pharmakopöe. 1892, p. 438. Die Stammpflanze des afrikanischen Ammoniacum erkannte Lindley. S. hierüber Pereira, Elements of Mat. med. 4. Edit., 1857.

2) Tschirch, l. c., p. 339.

3) K. Dieterich in Lunge-Berl, p. 785.

4) Tschirch und Luz, Archiv d. Pharm. **233** (1895), p. 540.

Harz (saures und indifferentes)	69,00 Proz.
In Wasser lösliche Substanz	22,67 »
In Wasser unlösliche Substanz	3,52 »
Wasser	4,45 »
	99,64 Proz.

Zu ähnlichen Resultaten kamen Hirschsohn, Plugge[1]), Braconnot, Moss und Buchholz.

Das durch Äther gereinigte Harz löst sich in Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Eisessig vollständig auf, unvollständig in Laugen und Ammoniak. Umbelliferon ließ sich aus Ammoniakgummi nicht gewinnen, der alkoholische Auszug des Harzes gibt daher mit Natronlauge keine Fluoreszenz (Unterschied von Galbanum).

Das sog. saure Harz ist ein Salizylsäureresinotannolester $C_6H_4(OH)COOC_{18}H_{29}O_2$ und gibt bei der Verseifung Salizylsäure $C_6H_4(OH)COOH$, sowie einige Fettsäuren und einen Harzalkohol, das Ammoresinotannol $C_{18}H_{29}O_2 . OH$, das ein schokoladebraunes, geschmack- und geruchloses, an der Luft feucht werdendes Pulver darstellt. Es löst sich mit braunroter Farbe vollständig in Alkohol, Azeton, Eisessig, Alkalien und Ammoniak. Bei Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure bildet sich Styphninsäure (Trinitroresorzin), durch Einwirkung schmelzenden Kalis Resorzin.

Nach Flückiger geben die größten Tränen des Ammoniakgummi 28,1 Proz. Rückstand, welcher jedoch nicht einfach als Gummi bezeichnet werden darf. Nach Tschirch und Luz enthält das Gummi etwa 3,5 Proz. Asche und etwa 1,2 Proz. Kalziumoxyd und dürfte als ein dem Gummi arabicum verwandtes saures Kalziumarabinat zu betrachten sein.

Frischmut[2]) untersuchte persische Ware und fand 11 Proz. Ausbeute an Gummi, welches ein weißes, in kaltem Wasser wenig lösliches, geruch- und geschmackloses Pulver darstellt und verbrannt etwa 2,51 Proz. Asche liefert.

Die Zusammensetzung des Gummi entspricht ungefähr der Formel $[C_5H_8O_4(C_6H_{10}O_5)_2]_n$. Bei der Hydrolyse entsteht Galaktose, Arabinose, Glykose. Mauch[3]) gibt an, daß dieses Gummiharz in 60 prozentiger Chloralhydratlösung löslich ist, und schlägt vor, zur Bestimmung des Gummi die mit dem genannten Lösungsmittel hergestellte Solution in starken Alkohol hinein zu filtrieren.

---

1) Plugge, Archiv d. Pharm. **221** (1883), p. 801.

2) Frischmuth, Pharm. Zeitschrift f. Rußland **36** (1897), p. 542 f. und p. 617 bis 622. — Chem. Zentralblatt **12** (1897, II), p. 979; (1898, I), p. 36.

3) K. Dieterich, Analyse der Harze, p. 226.

Das Ammoniacum gibt bei der Destillation mit Wasserdampf 0,3 Proz ätherisches Öl[1]), das eine dunkelgelbe Farbe hat und einen Geruch besitzt, der sehr an den Rohstoff und an Angelica erinnert. Es ist schwach rechtsdrehend, hat das spezifische Gewicht 0,891 (15°), siedet von 250 bis 290° und ist frei von Schwefel.

Hlasiwetz und Barth[2]) behandelten das Harz mit schmelzendem Kali und erhielten als Reaktionsprodukt Resorzin. G. Goldschmidt[3]) erhielt bei derselben Operation aus der marokkanischen Handelssorte (s. oben p. 254) neben Resorzin einen kristallisierten Körper $C_9H_8O_5$, der bei 265° schmilzt. Beim Versetzen seiner wässerigen Lösung mit Eisenchlorid wird dieselbe prachtvoll rot gefärbt.

Die alkoholische Lösung des Reinharzes wird durch Bromnatriumlauge rot gefärbt, Eisenchlorid erzeugt eine rotviolette, Chlorkalklösung eine orangegelbe Färbung.

Verwendung. In der Medizin und zur Darstellung von Kitten.

Geschichtliches. Bei Dioscorides und Plinius kommt allerdings ein Ammoniacum vor; dasselbe scheint aber nach seiner Herkunft mit dem zuletzt beschriebenen marokkanischen Gummiharz übereinzustimmen. Die Kenntnis des persischen Ammoniakgummi läßt sich bis auf das neunte Jahrhundert zurück verfolgen. Es erscheint im Anfange des vierzehnten Jahrhunderts unter den Medikamenten der Schule von Salerno. Näheres hierüber bei Flückiger, l. c., p. 73 ff.

5. Terpentin.

Früher verstand man unter Terpentin den Balsam des in die Familie der Anacardiaceen gehörigen Baumes *Pistacia Terebinthus*. Diese Ware ist aber seit langer Zeit aus dem Handel verschwunden[4]). Gegenwärtig belegt man die Balsame der Abietineen, also der Fichten, Tannen, Föhren usw., mit diesem Namen.

Der Terpentin wird vorzugsweise in Europa und Nordamerika gewonnen. Was sonst noch, z. B. in Algier, im kälteren und wärmeren

1) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. 1899, p. 755.

2) Hlasiwetz und Barth, Liebigs Annalen **138** (1866), p. 68.

3) G. Goldschmidt, Berliner Berichte **11** (1878), p. 850.

4) In neuerer Zeit ist dieser Chios- oder zyprische Terpentin (Balsamum cyprium) wieder aufgetaucht, nachdem er von John und Clay neuerdings für medizinische Zwecke warm empfohlen wurde. Er wird, wie vor alter Zeit, auf der Insel Chios (Mastixinsel, südlich von Lesbos im Ägäischen Meere), ferner auf Zypern aus dem oben genannten Baume durch Rindeneinschnitte gewonnen. Nach Thiselton Dyer werden daselbst (im Distrikte Papho) die Stämme im Mai oder Juni angeschnitten; der ausfließende Harzsaft wird koliert, mit etwas Wasser gekocht und dann geknetet. Th. Dyer, Notes on Cyprian Drugs. Pharm. Journ. and Transact. XVI (1886), p. 385 ff. S. auch Vogl, Kommentar, II, 1892, p. 457. Daselbst auch eine Charakteristik des Chioterpentins.

Asien[1]) von diesem Körper erhalten wird, ist für den Welthandel bedeutungslos. — Von europäischen Terpentin und gemeines Harz liefernden Bäumen sind zu nennen: die Fichte, *Picea excelsa*, welche in einigen Gegenden Deutschlands und im Norden Europas auf Harz ausgebeutet wird; die Tanne, *Ab. pectinata*, im Elsaß; die Strandkiefer, *Pinus maritima*, in Frankreich und Portugal; die Schwarzföhre, *Pinus Laricio*, in Niederösterreich und einigen Gegenden Frankreichs; die Weißföhre, *Pinus silvestris*, in Deutschland und Galizien; endlich die Lärche, *Larix europæa*, vorzugsweise in Südtirol, aber auch in den französischen und italienischen Alpen. *Pinus Cembra* (Alpen, Karpathen, Altai) wird, soweit bekannt, nur in den Karpathen behufs Terpentingewinnung geharzt. — Die nordamerikanischen terpentinliefernden Bäume sind: *Abies balsamea* (»Balsam Fir«), *Pinus strobus* (Weymouth Kiefer) und *P. resinosa Ait.*, im nördlichen Nordamerika, besonders Kanada; *Pinus Tæda* (»White Pine«, auch Loblolly-Fichte genannt) von Virginien südlich bis Florida und *Pinus palustris* (»Yellow Pine«, »Pitch-Pine«, »Broom Pine«) von Karolina bis Florida. Die größte Menge des amerikanischen Terpentins gewinnt man von *Pinus australis* und *Pinus Tæda*, und zwar an den atlantischen Küsten Nordamerikas, namentlich Karolinas, die geringste von *Pinus strobus*. In einzelnen Distrikten ist dieser Baum so harzarm, daß er gar nicht ausgebeutet wird. Seit 1874 ist auch Florida für die Harzproduktion von Bedeutung. Auch *Pinus cubensis* (»Swamp Pine«) liefert amerikanischen Terpentin. *Pinus Fraseri* in Pennsylvanien wird neben der schon genannten *Abies balsamea* als Stammpflanze des edelsten der Terpentine, des Kanadabalsam, genannt[2]).

1) In Algier liefert *Pinus maritima*, in den Khasiabergen von Assam *Pinus khasiana*, in Birma *Pinus Merkusii* Terpentin und gemeines Harz. Auch *Pinus orientalis Link.*, *P. longifolia Roxb.* (Cheer pine) werden als asiatische Terpentinbäume bzw. Harzbäume genannt. Tschirch, Harze und Harzbehälter. Leipzig I, 1906, p. 514.

2) André-Michaux, Histoire des arbres forestières de l'Amérique septentrionale. I, p. 78 und 113. C. Mohr, Verbreitung der terpentinliefernden *Pinus*-Arten im Süden der Vereinigten Staaten. Pharm. Rundschau. New-York 1884. C. Mohr, The timber pines of the Southern United States. U. S. Depart. of Agric. Forest. Bull. Nr. 13. Washington 1896. Nach dem Zensus vom Jahre 1880 bedecken die vorzugsweise aus *Pinus australis* zusammengesetzten Wälder der Vereinigten Staaten 111 000 Quadratmeilen, darunter in der atlantischen Region von Karolina bis Florida 58 000 Quadratmeilen. Nach Mohr liefert gegenwärtig *Pinus palustris* die größte Menge der nordamerikanischen Harzprodukte. — Die in Amerika angewendeten englischen Namen für *Pinus palustris (Mill.)* und *australis (Michaux)* decken sich mehrfach. Diese beiden Bäume sind zum mindesten nahe verwandt und nach einigen Autoren geradezu identisch. Über amerikanische Harzbäume und deren Harzung, sowie über die gelieferten Produkte s. auch Vèzes, L'industrie resincère aux etats-unis. Revue commerc. et colon. Bordeaux 1903. Bastin and Tremble, Some North-Americ. Conifere. Americ. Journ. pharmac. 1897. Herty, N. S. Dep. agric. Forestry Bull. 1903.

Die genannten Bäume liefern nicht nur Terpentin, sondern auch alle jene Waren, die man als Harzprodukte bezeichnet, nämlich Fichtenharz, Kolophonium, Terpentinöl, Schwarzpech usw., die entweder aus Terpentin oder aus den erstarrten Harzen dieser Bäume dargestellt werden.

Der Terpentin entsteht teils in der Rinde, teils im jungen Holze der Abietineen. In der Rinde scheint es vorwiegend der Zellinhalt, nämlich die in den Zellen der verharzenden Gewebe vorkommenden Stoffe mit Einschluß der Stärkekörnchen, im Holzkörper zudem die Zellwand zu sein, welche das Material zur Harzbildung hergibt. Die Harz- oder Balsamgänge der Abietineen, in welchen der Terpentin sich oft in Massen ansammelt und nach außen oder nach dem Holzkörper hingeführt wird, finden sich in allen Bäumen dieser Familie, auch in der Tanne, wo man sie lange übersehen hat, bis Dippel auch hier diese Gebilde nachwies[1]). Sie treten zum mindesten in der Rinde, oft aber auch im Holzkörper der Abietineen auf, und entstehen durch Trennung der betreffenden Gewebe kurz nach deren Anlage (schizogen) oder, besonders in älteren Rinden, durch Umwandlung ganzer Gewebspartien (lysigen).

Wenn die Menge des gebildeten Terpentins eine geringe ist, bleibt er dort liegen, wo er entstanden ist. Größere Balsammassen werden hingegen stets nach anderen Orten hin von den Bildungsstätten aus geleitet. Gewöhnlich ergießt sich der Terpentin über die Rinde der Harzbäume, so bei Fichten, Weiß- und Schwarzföhren. Bei der Weißtanne und der kanadischen Balsamtanne sammelt er sich in sogenannten Harzbeulen der Rinde, bei den Lärchbäumen Südtirols in Hohlräumen des Holzkörpers an.

Das Harz der Koniferen ist im Stamme und in der Wurzel dieser Gewächse ungleichmäßig verteilt. Den eingehenden Untersuchungen zufolge, welche über die Harzverteilung im Stamme und in der Wurzel dieser Gewächse H. Mayr[2]) anstellte, ergeben sich folgende »Gesetze der Harzverteilung«, welche nach der Ansicht des Autors wohl für alle Nadelholzarten Geltung haben dürften.

a) Den harzreichsten Teil der Bäume bildet das Wurzelholz, den harzärmsten das Holz des astlos gewordenen Stammes. Dem Wurzelholz kommt an Harzreichtum zunächst der Erdstamm oder Wurzelanlauf (bis 2 m über dem Boden), sodann das Astholz, dann der bekronte, endlich der astlose Stamm.

b) Die Südhälfte des Stammes ist harzreicher als die Nordhälfte.

---

1) Bot. Zeitung. 1863, p. 253 ff. Später wurde angegeben, daß in normalem Tannenholz keine Harzgänge auftreten; wenn solche doch gefunden wurden, so deutet dies auf die Nähe einer Wunde, die allerdings auch verwachsen sein kann. Tschirch und Nottberg, Archiv der Pharmazie. 1897.

2) Das Harz der Nadelhölzer, seine Entstehung, Verteilung, Bedeutung und Gewinnung. Berlin 1894.

c) Die Harzmenge steigt mit dem Alter des Baumes.

d) Auf warmem Standort wird mehr Harz produziert als auf kaltem[1]).

Die Terpentin- (bzw. Terpentinöl-) und Harzmenge der verschiedenen Arten von Nadelbäumen ist verschieden. Genaue, auf alle harzliefernden Koniferen ausgedehnte vergleichende Untersuchungen über den Harzgehalt der einzelnen Arten und Formen fehlen noch, doch ist rücksichtlich unserer gewöhnlichen Nadelbäume sicher, daß Kiefer und Lärche am meisten, die Tanne am wenigsten Harz produziert, hingegen der Terpentin der beiden ersteren den geringsten, der Terpentin der letzteren den größten Gehalt an Terpentinöl im Vergleich zum festen Harz aufweist.

Nach H. Mayr[2]) enthält ein Kubikmeter Splintholz des stehenden Baumes folgende Mengen von frischem Harz, beziehungsweise Terpentinöl:

Kiefer[3])	21,1 kg	Harz,	33,1 Proz.	Terpentinöl[4])
Lärche	18,3 »	»	38,2 »	»
Fichte	9,4 »	»	32,4 »	»
Tanne	3,2 »	»	60,0 »	»

Der Autor hat ferner unter Berücksichtigung der Splintmenge als Ertrag für einen Durchschnittsbaum (von 1 cbm Inhalt des Schaftes) im ersten Jahre der Harzung folgende Menge von Terpentin (frisches Harz oder Balsam) abgeleitet:

Kiefer	7,4 kg	Fichte	3,1 kg
Lärche	6,1 »	Tanne	1,1 »

In analoger Weise hat Mayr für die nachstehenden Koniferen die folgenden Durchschnittswerte berechnet[5]):

Pinus Khasiana	7,0 kg	*Pinus austriaca*	3,8 kg
» *Merkusii*	6,0 »	» *maritima*	3,0 »
» *australis*	4,2 »		

Der Harzgehalt einer Baumart hält sich innerhalb bestimmter Grenzen, und es schwankt die Harzproduktion selbst einer und derselben Baumart je nach Alter, Standort und nach der Methode der Harzung. Nach Mayr ergibt sich für jeden Harzbaum eine einfache Beziehung zwischen Harzproduktion und Klima des Standortes, welche dahin lautet, daß die Abnahme in der Harzmenge mit der Abnahme in der Wärme des Klimas genau parallel läuft[6]).

1) l. c., p. 64 ff.

2) l. c., p. 84.

3) Es ist wohl immer *P. silvestris* gemeint, wenn auch nicht ausdrücklich gesagt.

4) Bezogen auf die Gewichtsmenge des frischen Harzes.

5) l. c., p. 83.

6) l. c., p. 83. Über die Beziehung des Standortes, des Klimas des Standortes usw. in Rücksicht auf den Ertrag der Schwarzföhre als Harzbaum s. die eingehenden Untersuchungen W. Stögers in den Mitteilungen des österr. Forstvereins. Wien 1891.

Die Methode der Terpentingewinnung ist zunächst von den Entstehungs- und Ansammlungsorten des Balsams abhängig. Aber selbst bei einer und derselben Baumart ist je nach dem Lande die Art des Anschnittes, die Aufsammlungsweise usw. verschieden. Ich lasse hier die wichtigsten der indes meist noch sehr unvollkommenen Methoden der Terpentingewinnung folgen[1]).

Die Fichte wird nur verhältnismäßig wenig auf Terpentin ausgebeutet. Dieser ungemein häufig vorkommende Baum wird nur selten rationell »geharzt« und gewöhnlich nur das, was freiwillig ausfließt, gesammelt. Im Großherzogtum Baden werden die Fichten behufs Terpentingewinnung an mehreren, gewöhnlich an vier Stellen »angerissen«. Die Risse laufen der Stammrichtung parallel, sind etwa zollbreit und ragen acht bis sechzehn Jahreslagen tief in den Holzkörper der Bäume hinein. Der aus den Wundflächen fließende Balsam wird in Körben angesammelt. Rationeller geht man nach Flückigers Bericht in einigen Teilen des badischen Schwarzwaldes, z. B. in Kniebis, bei der Harzung der Fichte zu Werke. Die Bäume werden in mäßiger Höhe, so daß Leitern nicht verwendet werden müssen, mit einem besonderen Werkzeug, dem Harzbeil, bis ins junge Holz hinein nach vertikaler Richtung angehauen. Die so entstandenen Wunden werden sieben bis acht Jahre offen gehalten. Das ausfließende Harz wird mit dem Harzbeil herausgeholt. Behufs Herstellung der Harzprodukte werden übrigens im Schwarzwalde auch französisches und amerikanisches Rohharz verwendet.

Die Strandkiefer, welche an den südwesteuropäischen und nordafrikanischen Küsten sehr häufig anzutreffen ist, wird entschieden am zweckmäßigsten auf den Landes zwischen Bayonne und Bordeaux, auf einem etwa zwanzig Meilen langen und sieben bis zehn Meilen breiten Landstreifen, außerdem noch in Portugal rationell geharzt. — Nach der französischen Harzungsmethode werden Bäume im Alter von zwanzig bis vierzig Jahren zwanzig bis vierzig Jahre hindurch, kräftige Individuen auch noch längere Zeit hindurch auf Terpentin ausgebeutet. Man macht zuerst an einer Seite des Baumes, einige Zentimeter über dem Boden, einen der Länge nach gehenden, einige Zentimeter breiten, konkav in den Stamm eingreifenden Ausschnitt, welcher bis ins junge Holz hineinragt. Nach einigen Tagen wird diese Lache (quarre) nach oben hin verlängert und diese Prozedur solange wiederholt, bis die ganze

---

1) Offiz. österr. Bericht über die Pariser Weltausstellung (1867). Bericht von J. Wessely, Bd. V, p. 458 ff., und Bericht von J. Wiesner, Bd. V, p. 491 ff. — Flückiger, Die Harzgewinnung im badischen Schwarzwald. Buchners Repert. XXII (1874). Österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1878. — Seckendorf, Beiträge zur Kenntnis der Schwarzföhre. Wien 1881. — H. Mayr, l. c. Einige Spezialarbeiten werden weiter unten noch namhaft gemacht werden.

Wunde eine Höhe von 0,5—0,8 m erreicht hat. In einigen Gebieten erweitert man die Wunden bis zu einer Länge von mehr als 3 m. Aus den frischen Schnittflächen quillt der Terpentin hervor. Im nächsten Jahre wird die Wunde auf der gegenüberliegenden Seite in gleicher Weise wie im Vorjahre beigebracht. Die folgenden Schnittwunden werden zwischen die schon bestehenden gestellt. Nach und nach vernarben die älteren Wunden soweit, daß hierdurch wieder Raum zu neuen Lachen gewonnen wird[1]). Früher ließ man den ausfließenden Balsam über die ganze Wunde hinablaufen und fing ihn in einem am Boden aufgestellten Becken auf, wodurch beträchtliche Verluste an Terpentinöl eintraten. In neuerer Zeit hat man nach den Vorschlägen von Hugues und Ader die Methode dahin abgeändert, daß man am Stamme, innerhalb des Bereichs der Schnittwunde, Tongeschirre beweglich anbringt, welche an der Stelle des jeweiligen Ausflusses des Terpentins befestigt werden und die man, um die atmosphärischen Niederschläge, welche den Terpentin trüben, und die direkte Wirkung der Sonnenstrahlen, welche die Verdampfung des Terpentinöls beschleunigen, abzuhalten, mit Holzbrettchen möglichst vollständig überdeckt. Nach Ablauf von zwei Wochen wird der in den Tongefäßen angesammelte Terpentin in größere Gefäße übergefüllt. Im Sommer verlängert man die Wunden fortschreitend nach oben. Im Herbste werden die erstarrten Massen aufgesammelt[2]). — Nach der portugiesischen Methode der Terpentingewinnung, welche in der Provinz Estremadura ausgeübt wird, verwundet man die Strandkiefern bloß an einer Seite. Die Schnittwunde nimmt etwas weniger als die halbe Breite des Stammes ein, geht ins junge Holz hinein, ist nach unten zu stumpfwinkelig, nach oben rund abgegrenzt. Die untere Grenze der Schnittwunde befindet sich einige Zentimeter über dem Boden. Sie wird im ersten Jahre der Harzung nach und nach bis zu einer Höhe von 12 cm nach oben verlängert. In den folgenden Jahren erweitert man die erstjährige Wunde nach oben hin. Der Terpentin wird

1) Es wird in den Landes außer der geschilderten Methode, welche *gemmage à vie* genannt wird, auch noch eine andere angewendet, welche den bezeichnenden Namen *gemmage à mort* besitzt. Es wird jeder Baum gleich an vier Seiten angeschnitten, und zwar tiefer als bei der gewöhnlichen Harzungsart. Bei Anwendung dieser Methode liefert der einzelne Baum allerdings relativ viel Harz; allein nach 3—4 Jahren bringt der Baum kein Harz mehr hervor und muß gefällt werden. Es wird deshalb diese Methode gewöhnlich vor der beabsichtigten Fällung der Bäume praktiziert. J. Oser, Bericht über eine Reise zum Studium der in Frankreich üblichen Harzung der *Pinus maritima*. Forst- und Jagdzeitung von Heyer. 1874. — Mathieu, Flore forestière. 1877, p. 573. — Croizette Desnoyers, Notice sur le gemmage du Pine maritime. 1878.

2) Über französische Harzung s. auch A. Renard in Beckurts Jahresber. 1884. Über Harzindustrie im Südwesten von Frankreich s. Ber. der pharmaz. Ges. 1901. Vèzes, Die Harzgewinnung in den »Landes«. Grasse 1909.

in beweglich befestigten Tongefäßen aufgesammelt, die man stets an dem Orte des stärksten Ausflusses anbringt und mit Brettchen überdeckt, um Sonne und Regen abzuhalten.

Die Schwarzföhre wird vornehmlich in Niederösterreich auf Terpentin ausgebeutet. Am großartigsten wird das Gewerbe der Harzung dieses Baumes in der Umgebung von Mödling, Baden, Wiener Neustadt und Neunkirchen ausgeübt. Die »Schälung« der Bäume beginnt zehn bis zwanzig Jahre vor dem Abtriebe. Die Föhren haben dann ein Alter von fünfzig bis hundert Jahren. Man beginnt damit, in den Baum, etwa einen Fuß über dem Boden, eine Höhlung (Grandel, auch Schrott genannt) recht kunstvoll auszustemmen, welche bestimmt ist, den ausfließenden Terpentin aufzunehmen. Über der Höhlung, welche $^1/_2$—$^2/_3$ der Stammbreite einnimmt, nimmt man Rinde und Splint nach und nach im ersten Jahre, bis zu einer Höhe von 15 Zoll, ab. Das Abnehmen von Rinde und jungem Holze geschieht durch einen eigentümlichen gekrümmten Hammer (Dechsel). Der Terpentin fließt aus den jüngsten Wundstellen stets am reichlichsten aus. In den nächstfolgenden Jahren verlängert man die Wunde nach oben um je 15 Zoll. Der Terpentin fließt stets nur aus den frischen, nicht aus den vorjährigen Wunden aus. Dennoch erfolgt, obschon in den letzten Jahren der Harzung die jüngste Schnittwunde oft mehrere Meter über dem Grandel liegt, stets im letzteren die Aufsammlung des Terpentins. Es ist leicht einzusehen, daß auf diesem langen Wege der Balsam viel von seinem wertvollsten Bestandteil, dem Terpentinöl, einbüßen muß. Um nicht durch Abfluß des Terpentins nach der Seite hin allzu große Verluste zu erleiden, gibt man dem abfließenden Balsam durch schief in die Wundflächen eingelegte Holzspäne die Richtung nach dem Grandel hin. Man hat in neuerer Zeit verschiedene Versuche unternommen, um das in Niederösterreich altübliche Verfahren der Harznutzung der Schwarzföhre zu verbessern. Es wurden französische Harzer aufgenommen, um die anscheinend rationellere, bei Harzung der Strandkiefer übliche Methode auf die Schwarzföhre anzuwenden. Der Erfolg war ein negativer und man erhielt bessere Resultate nur durch Anwendung beweglicher Tongeschirre statt des Grandels zur Aufnahme des Terpentins[1]). Die jährliche Produktion an Rohharz beträgt in Niederösterreich gegenwärtig 10 000—20 000 Meterzentner (15 Proz. Terpentinöl, 48 Proz. Kolophonium, 14 Proz. Brauerpech usw.[2]). —

1) S. hierüber W. Stöger, Über die Harzung der österr. Schwarzföhre. Mitteilungen aus dem forstl. Versuchswesen in Österreich. Bd. II (1881), p. 408 ff.

2) Nach dem Statistischen Jahrbuch des k. k. Ackerministeriums in Wien betrug die genannte Harzproduktion im Jahre 1900: 10 441, 1905: 10 025, 1910: 20 480 Meterzentner. Nach brieflichen Mitteilungen des k. k. Forstkommissärs Dr. Rittmeyer in Wiener Neustadt (15. Juli 1913) ist trotz dieser Zahlen im großen Ganzen die nieder-

Auch in Frankreich und auf Korsika wird nunmehr die Schwarzkiefer geharzt, aber nach der oben bei der Strandkiefer mitgeteilten Methode.

Die Lärche liefert einen Balsam, der im Handel unter dem Namen venetianischer Terpentin bekannt ist, in den Gewinnungsbezirken Tirols den Namen Largo oder Larget, auch Lerget, führt. Man gewinnt diesen Terpentin in Tirol (um Bozen, Meran und Trient; auch in der Umgebung von Mals[1]), um Briançon und im Tale St. Martin (Piemont, in der Nähe von Pignerolo). Über die tiroler Harzungsmethode der Lärche liegen interessante Beobachtungen von H. v. Mohl[2]) und J. Wessely[3]) vor. Es werden nach den genannten Beobachtern im Frühjahre die Hauptstämme der Bäume etwa 0,3 Meter über dem Boden tief angebohrt; das Bohrloch wird durch einen fest eingetriebenen Zapfen verschlossen und der sich nach und nach bildende Terpentin im Herbst aus dem Hohlraume herausgenommen. Das Bohrloch hat eine größte Weite von etwa 3 cm und reicht bis ins Zentrum des Holzkörpers hinein. Das Bohrloch geht also bis in den innersten Kern des Stammes; das Harz entsteht aber nur im jungen Holze. Die Bohrlöcher werden den Winter über geschlossen gehalten. Jeder Baum liefert jährlich $^1/_4$—$^3/_4$ Seidel (etwa 0,07—0,2 l) Terpentin. — Überall wo sonst noch die Lärche auf Terpentin ausgebeutet wird, werden tiefe Löcher in den Holzkörper gemacht, entweder mit dem Bohrer oder mit der Axt. Nach allen hierüber vorliegenden Daten scheint man aber an den übrigen Gewinnungsorten in einer keineswegs zweckmäßigen Weise von der tiroler Methode abzuweichen, nämlich die Löcher unverschlossen zu lassen, wodurch nicht nur Verluste an Terpentinöl, sondern auch infolge Zutrittes atmosphärischen Wassers Trübungen des Terpentins bedingt werden. In den piemontesischen Alpen läßt man die Löcher so lange offen, als Balsam herausfließt, und nimmt hierauf einen möglichst dichten Verschluß des Bohrloches vor. Man will bemerkt haben, daß ein 12—14 Tage andauernder Verschluß der Bohrwunde den Baum zu neuerlichem Abfluß des Balsams anregt.

österreichische Harzgewinnung mit dem Steigen der Holzpreise und der Arbeitslöhne gesunken. Die Bestände werden früher niedergeschlagen. Die Billigkeit des überseeischen Harzes erschwert die Konkurrenz der niederösterreichischen Harzprodukte.

1) Es wird in den einschlägigen Werken gewöhnlich übersehen, daß auch im Pustertal in Tirol, und zwar um Taufers, Welsberg und Bruneck, bedeutende Mengen von Lärchenterpentin gewonnen werden. Nach Mitteilungen, welche ich Herrn Dr. Rittmeyer verdanke, werden in den genannten Bezirken jährlich über 20 000 kg Lärchenterpentin gewonnen.

2) H. v. Mohl, Die Gewinnung des venetianischen Terpentins. Bot. Zeit. 1859, p. 329 ff.

3) J. Wessely, Die österr. Alpenländer und ihre Forste. 1853, p. 369. Die oben beschriebene Harzungsmethode scheint in neuerer Zeit keine Veränderung erfahren zu haben. Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl. (1891), p. 78.

Die Weißtanne ist in den meisten Gegenden, wo sie vorkommt, ein sehr harzarmer Baum. Im Elsaß dagegen liefert dieser Baum relativ viel Terpentin, der unter dem Namen Straßburger Terpentin im Handel bekannt ist. Es sammelt sich der Balsam in Harzbeulen der Rinde an, aus welchen man ihn in nach der Öffnung hin zugespitzte Gefäße ablaufen läßt, nachdem man den natürlichen Harzbehälter geöffnet hat[1]). — Ähnlich so wird auch nach André-Michaux[2] in Nordamerika (Maine und Kanada) aus der Balsamtanne *(Abies balsamea)* der Kanadabalsam gewonnen.

Nach dem letztgenannten Autor[3] wird der amerikanische Terpentin in ähnlicher Weise dargestellt wie in Niederösterreich, nur macht man dort an alten, umfangreichen Bäumen in die Harzbäume behufs Aufsammlung des Balsams 2—4 Löcher.

Um die möglichst größte Menge an möglichst ölreichem Terpentin zu gewinnen, müßte ein Verfahren der Harzung angewendet werden, bei welchem die Austrocknung des angeschnittenen oder angehauenen Holzes hintangehalten und die Verflüchtigung des Terpentinöls vermieden wird. Ein derartiges Verfahren wird aber bisher nirgends benutzt. H. Mayr hat sehr beachtenswerte Vorschläge zur Abänderung der Harzungsmethode gemacht[4]), auf die aber hier nicht eingegangen werden kann.

Die Terpentine sind dünn- oder dickflüssige Balsame. Man unterscheidet sie in feine und gemeine. Erstere sind klar oder nur schwach getrübt und lassen sich dann leicht klären, letztere trübe. Die Trübung rührt entweder von eingeschlossenem Wasser her und läßt sich in diesem Falle schon durch Erwärmen beseitigen; oder aber der Grund liegt in reichlichem Auftreten von kristallisierter Abietinsäure, und derartig getrübte Terpentine werden durch Erwärmen nur noch trüber.

Venetianischer Terpentin (Térébenthine de Venise des französischen, Lärch Turpentine des englischen Handels, Terebinthina veneta oder T. laricina der Pharmakopöen). Wie schon oben erwähnt, wird der Lärchenterpentin mit diesem Namen belegt. Im französischen Handel versteht man aber unter térébenthine de Venise eine bessere Sorte vom Balsam der Strandkiefer; angeblich jene klare Masse, welche aus den zur Aufbewahrung des Terpentins dienenden Tonnen aussickert[5]). — Echter Lärchenterpentin (Loriet, Gloriaharz) zählt trotz einer gewöhnlich nur schwachen Trübung doch zu den feinen Terpentinen. Nie-

1) H. v. Mohl, l. c., p. 341.

2) André-Michaux, l. c., p. 141.

3) l. c., p. 72 ff.

4) l. c., p. 87 ff. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, 2. Aufl., Leipzig 1906, I, p. 515 ff., beschrieb das Mayrsche Verfahren genau, bemerkt aber doch, daß erst die Zukunft lehren könne, ob die Methode sich bewähre, besonders aber, ob sie zu einem ergiebigeren Harzertrage führen würde.

5) Rapports du Jury intern. de l'Expos. 1862, II, p. 147.

mals ist er farblos; seine Farbe liegt zwischen gelblich und bräunlich. Dieser Terpentin ist frei von allen kristallinischen Einschlüssen, seine Trübung wird durch kleine eingeschlossene Luftbläschen und Wassertröpfchen hervorgerufen. Er klärt sich in dünnen Schichten schon nach kurzer Zeit von selbst, in größeren Massen allerdings erst nach längerem Lagern. Geklärter venetianischer Terpentin fluoresziert schwach (Flückiger). Das Harz des Lärchenterpentins dreht die Polarisationsebene nach rechts, das flüchtige Öl desselben hingegen nach links. Der Geruch dieses Balsams ist terpentinartig und erinnert nebenher an Muskatnuß und Zitronen. Der diesem Terpentin stets eigene bittere Geschmack dürfte nach Flückigers[1]) Vermutung von Pinipikrin, einem in den Koniferen von Kawalir aufgefundenen Glykosid herrühren. Der Lärchenterpentin ist oft mit dem viel billigeren und geringeren gemeinen Terpentin verfälscht. Diese Verfälschung verrät sich häufig schon durch das Auftreten der wetzsteinförmigen Kristalle von Abietinsäure, welche in den ölarmen gemeinen Terpentinen reichlich auftreten, in ölreichen aber fehlen können. Nach Flückiger läßt sich diese Verfälschung durch Schütteln des Terpentins mit 65 proz. Alkohol nachweisen. Ist gemeiner Terpentin vorhanden, so scheiden sich aus der Lösung alsbald Kristalle ab, was nicht eintritt, wenn unverfälschter Lärchenterpentin vorliegt.

Der Straßburger Terpentin *(Terebinthina argentoratensis)* gehört seiner Klarheit wegen zu den feinen Terpentinen. Er hat einen angenehmen, zitronenartigen Geruch und intensiv bitteren Geschmack. Obgleich dünnflüssiger als venetianischer Terpentin, trocknet er doch rascher als dieser ein. In vielen Eigenschaften stimmt der Straßburger Terpentin mit dem gleich zu betrachtenden Kanadabalsam überein. Von diesem ist er aber nach Flückiger dadurch leicht und sicher zu unterscheiden, daß er mit Eisessig, Azeton und absolutem Alkohol in allen Verhältnissen mischbar ist, was beim Kanadabalsam nicht der Fall ist[2]).

1) Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 79.

2) Dieser Terpentin, wegen seines feinen zitronenartigen Geruchs in Frankreich Térébenthine au citron genannt, wird jetzt nur noch hier und dort in den Vogesen gesammelt. Die Ergiebigkeit der Bäume ist gering, die Gewinnungsart zeitraubend und umständlich, so daß dieser Terpentin nur eine lokale Bedeutung besitzt. Was im Handel unter dem Namen Straßburger Terpentin (Térébenthine d'Alsace oder T. au citron im französischen, Strassburg Turpentine im englischen Handel) vorkommt, ist vielfach keine echte Ware. Nach Flückiger (l. c., p. 82) ist zuverläßliche Ware nur von Drogisten in Kolmar oder von Apothekern vogesischer Orte (Barr, Mutzig) zu beziehen. Über den Verfall des Einsammelns des Straßburger Terpentins erstattete Dr. Anweg in Barr vor einigen Jahren einen eingehenden Bericht an Prof. Tschirch, aus welchem hervorzugehen scheint, daß man die Gewinnung dieses Terpentins im Elsaß aufgegeben habe, und nur mehr kleine Vorräte desselben bei elsässischen Apothekern vorhanden sind.

Der Kanadabalsam (Terebinthina canadensis, Balsamum canadense der Pharmakopöen) ist der edelste aller Koniferenbalsame. Er stammt von *Abies balsamea (Pinus balsamea)*, z. T., wie angegeben wird, auch von *Pinus Fraseri* (s. oben p. 216), vielleicht auch von *Abies canadensis* (»Hemlock Spruce«), kommt aus Kanada und den Nachbarländern und wird hauptsächlich von Montreal und Quebeck in den Handel gebracht. Von diesen beiden Handelsplätzen kommen derzeit jährlich 20—30000 kg Kanadabalsam auf den Markt.

In der Provinz Quebeck wird dieser Balsam hauptsächlich in den Lorenzbergen gewonnen, wo man zur Sommerszeit die am Stamme vorkommenden Harzbeulen ansticht und den ausfließenden Harzsaft auffängt. Nach zwei- bis dreijähriger Ruhe kann der Baum wieder angestochen werden. Die Jahresausbeute an Kanadabalsam beträgt dort 13000—20000 kg[1]. Im frischen Zustande ist dieser Balsam farblos, älter geworden nimmt er eine gelbliche Farbe an und erstarrt schließlich; stets bleibt er jedoch klar. Auch im Mikroskope erscheint er völlig durchsichtig und homogen. Sein Geruch ist angenehm, balsamisch, sein Geschmack aromatisch und etwas bitter zugleich. Nach Flückiger[2] beträgt seine Dichte bei 14,5° C 0,9984. Von allen Terpentinen unterscheidet sich der Kanadabalsam durch sein Lichtbrechungsvermögen. Kartoffelstärkekörnchen werden nämlich in allen Terpentinen undeutlich oder verschwinden darin fast völlig, während sie, in Kanadabalsam eingelegt, mit großer Schärfe hervortreten. Nur in sehr ölreichen Terpentinen sind diese Stärkekörnchen noch erkennbar (s. unten, p. 268).

Im amerikanischen Handel erscheint unter dem Namen Oregonbalsam (oregon balsam of fir) ein dem Kanadabalsam ähnlicher Terpentin. Dichte = 0,985—1,01. Das darin enthaltene Terpentinöl dreht links. Aus dem Harze wird eine Harzsäure vom Schmelzpunkte 156 bis 157 abgeschieden[3].

Zu den feinen Terpentinen (Venetianischer, Straßburger Terpentin und Kanadabalsam) zählt man auch den Karpathischen Terpentin, welcher in den Karpathenländern aus der Zirbelkiefer *(Pinus Cembra)* durch Rindenanschnitt gewonnen wird.

Gemeiner Terpentin (Térébenthine commune des französischen, Common Turpentine des englischen Handels, Terebinthina communis der Pharmakopöen). Je nach der Abstammung und der Gewinnungs- und Behandlungsweise variieren die Eigenschaften der käuflichen Terpentinsorten. Manche sind dünn-, andere dickflüssig. Die letzteren sind oft so reichlich mit Kristallen von Abietinsäure durchsetzt, daß sie körnig

1) Brunet, Collection of Canada balsam. Pharm. Journ. and Transact. VIII (1878).
2) Schweizerische Wochenschrift für Pharmazie. 1869.
3) Über diesen Balsam s. F. Rabak, Pharmac. Review. 1909, p. 293 ff.

erscheinen, was immer ein Anzeichen von geringem Gehalte an Terpentinöl ist. Der Gehalt der Terpentine an flüchtigem Öl, ihrem wertvollsten Bestandteil, schwankt zwischen 8—33 Proz. Die Ölarmut der Terpentine ist entweder natürlich oder künstlich hervorgerufen. Bezüglich der natürlichen, d. i. von der Baumart selbst abhängigen Ölmenge, wurde das Wichtigste bereits oben erwähnt. Es ist nach den Mitteilungen über die Gewinnung dieser Balsame aber auch wohl recht einleuchtend, daß je nach dem Verfahren selbst die Terpentine eines und desselben Baumes sehr verschiedene Mengen an Terpentinöl enthalten können. So z. B. müssen die in den ersten Jahren der Harzung eines Schwarzföhrenbaumes gewonnenen Terpentine ölreicher als die später gesammelten ausfallen, da der Terpentin im ersten Jahre nur eine geringe Strecke zurückzulegen hat, um ins »Grandl« zu kommen, während er in späteren Jahren aus sehr hochliegenden Wundflächen ausfließt und einen manchmal mehrere Meter langen Weg zurückzulegen hat, ehe er die in das Holz des Baumes geschnittenen Behälter erreicht. Auf dem langen Wege wird er aber begreiflicherweise mehr an flüchtigem Öl einbüßen, als auf der kurzen Strecke. Es ist erwiesen, daß die Terpentine des Handels auch auf künstliche Weise eines Teils des flüchtigen Öls beraubt wurden. Die im österreichischen Handel unter den Namen dicker, goldfeiner und unechter Lärchenterpentin vorkommenden Sorten sind Balsame, von denen einige Prozente Terpentinöl abdestilliert wurden[1]).

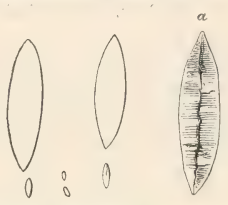


Fig. 54. Vergr. 300 mal. Wetzsteinförmige Abietinsäurekristalle aus Terpentin (Amerikanischer Terpentin). *a* Kristall, durch Einwirkung von Weingeist korrodiert.

Alle gemeinen Terpentine enthalten Kristalle von Harzsäuren (Abietinsäure). Die besten, ölreichsten Sorten wenig, die schlechten, ölarmen viel. Am raschesten findet man diese kristallisierten Harzsäuren im Polarisationsmikroskop. Die ölarmen Terpentine lassen im Mikroskop schon direkt eine Menge von Kristallen dieser Harzsäuren erkennen, welche stets eine eigentümliche, wetzsteinartige Form zeigen (Fig. 54). Die Länge dieser Kristalle steigt bis auf 0,22 mm. Am schärfsten treten diese Kristalle hervor, wenn man zum Terpentin einen Tropfen Weingeist oder Terpentinöl fügt, wobei indes nach kurzer Zeit eine Korrosion der Kristalle eintritt. Im Polarisationsmikroskop zeigen die Wetzsteinformen konzentrische Ringe. Kartoffelstärkekörnchen verschwinden, in ölarme Terpentine eingelegt, fast völlig, während sie in ölreichen, namentlich nachdem sie einige Zeit darin gelegen haben, noch nachweisbar sind.

1) Wessely, Ausstellungsbericht, p. 464.

Chemische Beschaffenheit der Terpentine. Terpentin[1]) kommt als ein Gemenge von Harz, Wasser und Terpentinöl aus dem Baum. Ein Teil des Harzes ist gelöst, ein Teil ungelöst; ein Teil des Gemenges verharzt an der Luft, indem eine Oxydation des Terpentinöls zu harzartigen Körpern vor sich geht. Der aus dem amerikanischen Terpentin auskristallisierende Absatz ist wahrscheinlich identisch mit der aus dem Kolophonium abscheidbaren Abietinsäure und die von den französischen Terpentinen erhaltene kristallinische Aussonderung dürfte der aus Galipot gewonnenen Pimarsäure entsprechen[2]).

Die Lösung der Terpentine in Alkohol reagiert sauer; die darin enthaltenen kristallisationsfähigen und amorphen Harze verhalten sich meist wie Säuren.

Die Menge des Terpentinöls der Terpentine beträgt gewöhnlich etwa 15—30 Proz. Das frisch destillierte Öl ist eine farblose leicht bewegliche Flüssigkeit von eigenartigem Geruch; so hat das französische Terpentinöl einen an Wacholder erinnernden Geruch, während das amerikanische Öl mehr kolophoniumartig riecht. Nach Schiff[3]) verdankt das alte Terpentinöl seinen scharfen Geruch einem Aldehyd $C_{10}H_{16}O_3$, dessen Entstehung durch den Luftsauerstoff verursacht werden soll. Beim Verdunsten des Terpentinöls verharzt ein Teil unter Sauerstoffaufnahme und es bleibt eine klebrige Masse zurück, die bei weiterer Sauerstoffzufuhr einen spröden, kolophoniumartigen Charakter annimmt.

Diese Oxydation geht besonders schnell bei Gegenwart von Wasser vor sich. Das Öl, das anfangs neutral reagiert, wird sauer, verharzt und wird, wie der technische Ausdruck lautet, »ranzig«.

C. Engler und J. Weißberg[4]) konnten bezüglich der Sauerstoffaufnahme durch Terpentinöl feststellen, »daß die Aktivität des Terpentinöls, d. h. die oxydierende Wirkung des mit Luft behandelten Öles, nicht proportional dem absorbierten Sauerstoff zunimmt«. Ein Teil des aufgenommenen Sauerstoffs wird auf die innere Oxydation des Terpentinöls selbst verwendet.

Terpentinöl ist in 5—12 Teilen 90proz. Alkohols löslich und es steigt die Löslichkeit mit zunehmendem Alter des Öls[5]). Weiter ist das Öl löslich in Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Petroleum-

1) Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., p. 77. — K. Dieterich, Chem. Revue. IV (1897), p. 84.

2) Nach Kirnbach sollen Abietinsäure und Pimarsäure keineswegs auf bestimmte Koniferen beschränkt sein (Ber. d. Deutschen pharm. Ges. 1896, p. 61).

3) Schiff, Berliner Berichte **29** (1896), Ref. p. 871. — Cöthener Chem. Zeitung **20** (1896), p. 361.

4) C. Engler und J. Weißberg, Kritische Studien über die Vorgänge bei der Autoxydation, p. 76. Braunschweig, Vieweg, 1904.

5) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. 1899, p. 298.

äther, Eisessig sowie in fetten Ölen. Bei der Fraktionierung geht der größte Teil des Öles (75—80 Proz.) bei 155—162° über. Ein wichtiges Unterscheidungsmittel für die Terpentinölsorten ist ihr verschiedenes Drehungsvermögen; so ist beispielsweise das französische Produkt stark linksdrehend, das amerikanische meist schwach rechts und nur selten linksdrehend, während österreichische Öle sowohl Rechts- wie Linksdrehung zeigen.

Den Hauptbestandteil des Terpentinöls bildet das Pinen[1] $C_{10}H_{16}$, welches in seinen zwei optisch aktiven Modifikationen darin vorkommt. Amerikanische Öle bestehen zum größten Teile aus d-Pinen, während französische Produkte l-Pinen enthalten. Auch Kampfen und Fenchen dürften Bestandteile des Terpentinöls sein.

Spezifisches Gewicht, Drehungsvermögen und Zusammensetzung der Terpentinöle verschiedener Provenienz sind in folgender Tabelle angegeben.

Terpentinölsorte	Spez. Gewicht	Drehungsvermögen	Zusammensetzung
1. Amerikanisches[2] (aus Wilmington)	0,865—0,870	$\alpha_D = +13^\circ 36'$ bis $+14^\circ 17'$	vorwiegend d-Pinen
2. Amerikanisches (aus Savannah)	—	$\alpha_D = +9^\circ 30'$ bis $+12^\circ 4'$ $\alpha_D = -0^\circ 40'$ bis $-2^\circ 5'$	
3. Französisches	0,859—0,872	$\alpha_D = -20^\circ$ bis -40° $\alpha_D = -33^\circ$ bis -37°	l-Pinen
4. Österreichisches (Neustädter)	0,886	$\alpha_D = +3^\circ 46'$	d-, l- Pinen
5. Terpentinöl aus venetianischem (Lärchen-)Terpentin	0,878	$\alpha_D = -11^\circ$	Pinen
6. Öl aus Kanadabalsam	—	linksdrehend	l-Pinen
7. Öl aus Straßburger Terpentin	0,861	—	Pinen
8. Chios-Terpentinöl[3]	0,868—0,869	$\alpha_D = +12^\circ 6'$ bis $+19^\circ 45'$	Pinen
9. Russisches Terpentinöl[4]	—	—	Kampfen

1) Wallach, Liebigs Annalen **227** (1885), p. 300.

2) Da die amerikanischen Pinusarten sowohl rechtsdrehende wie linksdrehende Öle liefern, so ist das Drehungsvermögen des Terpentinöls des Handels stärker oder schwächer rechtsdrehend als oben angegeben wurde, oder sogar linksdrehend, je nachdem am Gewinnungsorte der eine oder andere Baum vorwiegt. (Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. 1899, p. 320.)

3) Chios-Terpentinöl (s. oben p. 256) von *Pistacia Terebinthus* ist ein im Geruch an Macis und Kampfer erinnerndes Öl. (Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, p. 651.)

4) Russisches Terpentinöl von *Pinus sibirica* wurde von Golubeff untersucht und aus der bei 162° siedenden Fraktion ein optisch aktives, bei 30°

Lärchenterpentin[1]) ist rechtsdrehend und liefert bei der Destillation 15—25 Proz. ätherisches Öl. E. Valenta[2]) hat einen sehr reinen aus Tirol stammenden Lärchenterpentin untersucht und in demselben etwa 15 Proz. Öl gefunden, welches bei 158° siedet. Der getrocknete Terpentin wurde vollständig entwässert und dann im Vakuum destilliert und so eine bernsteingelbe Masse von angenehmem Geruch erhalten. Das Harz löst sich größtenteils in 95proz. Alkohol. Der ungelöste Teil bildet eine braune sehr spröde Masse, welche von Kalilauge nicht angegriffen wird. Aus dem im Alkohol löslichen Teil ließ sich Abietinsäure gewinnen. Kanadabalsam enthält nach Flückiger etwa 24 Proz. ätherisches Öl, welches nach links dreht, während das Harz in Benzol gelöst rechtsdrehend ist. Das Harz ist zum größten Teil in absolutem Alkohol, der Rückstand in Äther löslich. Nach Caillot soll sich aus dem Kanadabalsam eine kristallisierte Substanz (Abietin) gewinnen lassen[3]).

Straßburger Terpentin ist linksdrehend. Caillot erhielt aus demselben 10 Proz. eines kristallisierten Harzes (Abietin).

Russischer Terpentin aus *Pinus silvestris* wurde von W. Schkatelow auf die darin enthaltenen kristallisierten Säuren untersucht und wurden hierbei aus 1 kg Terpentin 300 g kristallisierbare Säure erhalten, die bei 143° schmolz. Letztere hat die Zusammensetzung $C_{40}H_{58}O_5$, und wird durch Chlorwasserstoff in eine isomere Verbindung übergeführt. (Journ. d. russ. phys. chem. Ges. I (1888), p. 477—86; Berl. Ber. XXI (1888), Ref. p. 615.)

Chios-Terpentin (s. oben p. 256) ist ein festes, grüngelbes, an der Luft spröde werdendes Harz, das etwa 9—12 Proz. ätherisches Öl und 83—88 Proz. Harz enthält. (Monit. scient. [3] X, p. 1254; Jahresberichte. 1880, p. 1083.)

Durch Wasser lassen sich aus den Terpentinen Bitterstoffe, sowie Spuren von Ameisensäure und Bernsteinsäure extrahieren.

Im Nachfolgenden sei über die Arbeiten von Tschirch und seinen Schülern, verschiedene Terpentine betreffend, referiert.

Lärchenterpentin[4]) (Harzbalsam von *Larix decidua*). Tschirch

---

schmelzendes Kampfen $C_{10}H_{16}$ erhalten. Auch aus der bei 230° siedenden Fraktion schied sich eine kristallisierte Substanz aus. (Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, p. 328.)

Die käuflichen Terpentinöle sind häufig verfälscht und wurden hauptsächlich Petroleum und Harzöl in denselben nachgewiesen.

1) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl., p. 80.

2) E. Valenta, Zentralorgan für Warenkunde und Technologie. Heft 4.

3) Nach älteren Angaben (Bonastre) enthält Kanadabalsam eine kleine Menge einer kautschukartigen Substanz.

4) Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 614.

und Weigel[1]) untersuchten mehrere Sorten von Lärchenterpentin, darunter einen in Südtirol gesammelten. Die Probe war durchsichtig und schwach fluoreszierend und in den gebräuchlichen Solventien löslich. Aus der ätherischen Lösung des Terpentins ließ sich die bei 147—148° schmelzende Laricinolsäure $C_{20}H_{30}O_2$ isolieren, welche kristallisiert erhalten werden konnte. Ihre Kristallform ähnelt derjenigen der Abietinsäure, keinesfalls aber der Pimarsäure. Außer der genannten Substanz konnten noch zwei amorphe Säuren gewonnen werden, die α- und β-Larinolsäure $C_{18}H_{26}O_2$. Ein resenartiger Körper ließ sich nicht in reinem Zustande erhalten. Das frisch destillierte ätherische Öl stellt eine farblose leichtbewegliche Flüssigkeit von Terpentinölgeruch dar, dessen spez. Gewicht 0,872 beträgt. Beim längeren Stehen an der Luft nimmt es saure Reaktion und gelbe Färbung an und verharzt.

Prozentische Zusammensetzung der untersuchten Droge:

I.	Laricinolsäure (krist.) $C_{20}H_{30}O_2$	4—5 Proz.
II.	α-, β- Larinolsäure (amorph) $C_{18}H_{26}O_2$	55—60 »
III.	Ätherisches Öl 20—22 Proz. { leichtflüchtig .	15—16 »
	{ schwerflüchtig .	5—6 »
IV.	Resen (Laricoresen).	14—15 »
V.	Spuren Bernsteinsäure	0,1—0,12 »
VI.	Bitterstoff, Farbstoff, Wasser und verunreinigende Substanzen	2—4 »

Österreichischer Terpentin[2] (Harzbalsam von *Pinus Laricio Poiret*). Das von Tschirch und G. Schmidt[3]) untersuchte Material entstammte der Dampfraffinerie von R. Zimmermann in Pirnitz bei Gutenstein in Niederösterreich. Der Balsam, der undurchsichtig und von der Konsistenz eines dicken Honigs war, löste sich in den gebräuchlichen Solventien. Aus der ätherischen Lösung des Rohstoffes ließen sich die Laricopininsäure $C_{21}H_{30}O_3$ ein amorphes, weißes Pulver sowie die kristallinische Laricopinonsäure $C_{20}H_{28}O_4$ gewinnen.

Das ätherische Öl bildet eine farblose Flüssigkeit von angenehmem Geruch nach Terpentin. Das spez. Gewicht beträgt 0,872 und die Hauptmenge des Öls geht zwischen 155—160° über.

Prozentische Zusammensetzung des österreichischen Terpentins:

Sodalösliche Bestandteile etwa 59 Proz.

I.	Laricopininsäure (amorph) $C_{21}H_{30}O_3$	25 Proz.
II.	Laricopinonsäure (krist.) $C_{20}H_{28}O_4$	34 »

1) Tschirch und Weigel, Archiv der Pharm. **238** (1900), p. 387.
2) Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 580.
3) Tschirch und G. Schmidt, Archiv der Pharm. **241** (1903), p. 570.

Sodaunlösliche Bestandteile etwa 37 Proz.

III.	Ätherisches Öl	etwa 35 Proz.
IV.	Resen	etwa 2 »
V.	Wasser, Bitterstoff, verunreinigende Substanzen	etwa 3—4 »

Straßburger Terpentin[1] (Harzbalsam von *Abies pectinata*). Der von Tschirch und G. Weigel[2] untersuchte Terpentin enthält ebenfalls freie Harzsäuren, so die amorphe Abieninsäure $C_{13}H_{20}O_2$, und die kristallisierende Abietolsäure $C_{20}H_{28}O_2$. Letztgenannte Säure erinnert in ihrem Verhalten an die Laricinolsäure. Die α- und β-Abietinolsäuren $C_{16}H_{24}O_2$ sind amorph und bilden den Hauptbestandteil des Rohmaterials.

Das ätherische Öl zeichnet sich durch seinen angenehmen Geruch aus und wird durch Destillation des Balsams mit Wasserdampf erhalten.

Das frisch destillierte Öl ist eine farblose, wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit, welche zwischen 148—165° siedet und das spez. Gewicht 0,860 besitzt.

Prozentische Zusammensetzung des Straßburger Terpentins:

I.	Abieninsäure (amorph) $C_{13}H_{20}O_2$		8—10 Proz.
II.	Abietolsäure (krist.) $C_{20}H_{28}O_2$		1,5—2 »
III.	α-, β- Abietinolsäure (amorph) $C_{16}H_{24}O_2$ . . .		46—50 »
IV.	Ätherisches Öl 28—30 Proz.	leichtflüchtig .	24—25 »
		schwerflüchtig.	4—6 »
V.	Abietoresen		12—16 »
VI.	Spuren von Bernsteinsäure		0,05—0,08 »
VII.	Bitterstoff, Farbstoff, Wasser und verunreinigte Substanz		1—2 »

Kanadabalsam[3] (über dessen Abstammung s. p. 266). Der von Tschirch und E. Brüning[4] studierte Balsam war klar, von hellgelber Farbe, schwach fluoreszierend und in den gebräuchlichen Lösungsmitteln löslich.

Die freien Harzsäuren sind zum größten Teil amorph und können aus der ätherischen Lösung des Rohmaterials isoliert werden.

Die Kanadinsäure $C_{19}H_{34}O_2$ sowie die α- und β-Kanadinolsäure $C_{19}H_{30}O_2$ sind amorph, während die Kanadolsäure $C_{19}H_{28}O_2$ eine schön kristallisierende bei etwa 143—145° schmelzende Substanz darstellt.

---

1) Tschirch, l. c., p. 537.

2) Tschirch und G. Weigel, Archiv der Pharm. **238** (1900), p. 411.

3) Tschirch, l. c., p. 542.

4) Tschirch und E. Brüning, Archiv der Pharm. **238** (1900), p. 487.

Das ätherische Öl riecht angenehm nach Melisse und Zitrone und siedet bei 160—167°.

Prozentische Zusammensetzung des Kanadabalsams:

I.	Kanadinsäure (amorph) $C_{19}H_{34}O_2$	13 Proz.
II.	Kanadolsäure (krist.) $C_{19}H_{28}O_2$	0,3 »
III.	$\left.\begin{matrix}\alpha-\\ \beta-\end{matrix}\right\}$ Kanadinolsäure (amorph) $C_{19}H_{30}O_2$ . . .	48—50 »
IV.	Ätherisches Öl	23—24 »
V.	Resen	11—12 »
VI.	Spuren Bernsteinsäure, Bitterstoff und verunreinigende Substanzen	1—2 »

Juraterpentin[1] (Harzbalsam von *Picea vulgaris Link*). Prozentische Zusammensetzung des gereinigten Juraterpentins:

Sodalöslicher Teil etwa 53 Proz.

I.	Picea-Pimarinsäure (amorph) $C_{13}H_{20}O_2$	2—3 Proz.
II.	Picea-Pimarsäure[2] (krist.) $C_{20}H_{30}O_2$	1,5—2 »
III.	$\left.\begin{matrix}\alpha-\\ \beta-\end{matrix}\right\}$ Picea-Pimarolsäure (amorph) $C_{25}H_{44}O_2$ . .	48—50 »

Sodaunlöslicher Teil etwa 45 Proz.

IV.	Ätherisches Öl	32—33 Proz.
V.	Resen $C_{21}H_{36}O$	10—12 »
VI.	Spuren Bernsteinsäure, Farbstoff, Bitterstoff, neben etwas verunreinigender Substanz und Wasser .	1—2 »

Bordeauxterpentin (Harzbalsam von *Pinus Pinaster Solander — Pinus maritima Poiret*). Nach Tschirch und E. Brüning[3] hat der Bordeauxterpentin nachstehende Zusammensetzung:

Sodalöslicher Teil etwa 64 Proz.

I.	Pimarinsäure (amorph) $C_{14}H_{22}O_2$	6—7 Proz.
II.	Pimarsäure (krist.) $C_{20}H_{30}O_2$	8—10 »
III.	$\left.\begin{matrix}\alpha-\\ \beta-\end{matrix}\right\}$ Pimarolsäure (amorph) $C_{18}H_{26}O_2$	48—50 »

1) Tschirch und E. Brüning, Archiv der Pharm. **238** (1900), p. 616.

2) Die Kristallform der Picea-Pimarsäure entsprach genau der für Pimarsäure, es gelang jedoch nicht, erstgenannte Substanz in der Weise zu zerlegen, wie es Vesterberg bei der Pimarsäure durchgeführt hat.

3) Tschirch und E. Brüning, Archiv der Pharm. **238** (1900), p. 630.

Sodaunlöslicher Teil etwa 34 Proz.

IV. Ätherisches Öl	leicht flüchtig 25—26 Proz. schwer flüchtig 3—4 Proz.	28—29 Proz.
V. Bordoresen		5—6 »
VI. Spuren Bernsteinsäure, Bitterstoff, Farbstoff, Wasser und verunreinigende Substanz		1—2 »

Tschirch und seine Schüler untersuchten ferner noch die Harzbalsame von *Pinus Thunbergii* (Japanischer Terpentin[1]), *Pinus australis Mich.* (Nordamerikanischer Terpentin[2]), *Pinus halepensis Mill.*[3] (Aleppische Kiefer).

Ferner ermittelte A. Wichmann die Zusammensetzung des Harzbalsams von *Pinus cambodgiana*[4].

Analytisch unterscheiden sich nach K. Dieterich[5] die Pinus- und Larixterpentine durch die Säurezahl: Pinusterpentine S.-Z. 107—113, Larixterpentine S.-Z. 66—68.

Aus Terpentin werden Terpentinöl und die unten zu nennenden Harzprodukte dargestellt; er dient ferner zur Bereitung von Firnissen, Lacken, besonders von Schmelzlacken (Siegellack), Kitten und Harzseifen. Die feinen Terpentine finden eine medizinische Verwendung, werden aber auch technisch und zwar vornehmlich zum Auftragen von Lustrefarben auf Metall und Porzellan verwendet. Der Kanadabalsam findet vielfache Anwendung zu optischen Zwecken und dient wegen seiner Klarheit auch zum Einschließen mikroskopischer Präparate.

Historisches. Der Name Terpentin wurde im Altertum nur für den Harzsaft von *Pistacia Terebinthus* angewendet. Was wir Terpentin nennen, war den Alten bekannt, wurde aber »resina« genannt. So noch bei Plinius. — Lärchenterpentin war schon Dioscorides und Plinius bekannt. — Über den Straßburger Terpentin berichtet Flückiger (l. c. p. 83), daß derselbe im sechzehnten Jahrhundert und wohl auch früher schon bekannt war, aber niemals einen beträchtlichen Handelsartikel gebildet hat. — Der Kanadabalsam kam erst im achtzehnten Jahrhundert als Handelsartikel nach Europa, war aber schon durch Reisende im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts bekannt geworden[6].

---

1) Tschirch und Burchhardt, Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 595.

2) Tschirch und Koritschoner, Archiv der Pharm. **240** (1902), p. 568.

3) Tschirch und Schulz, Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 586.

4) A. Wichmann, Archiv der Pharm. **250** (1912), p. 472.

5) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1896, p. 102. Siehe auch den von K. Dieterich verfaßten Artikel »Die Untersuchung der Harze, Balsame und Gummiharze« in Lunge-Berls chemisch-technischen Untersuchungsmethoden. 6. Auflage, III. Band, p. 784.

6) Näheres hierüber bei Flückiger, l. c., p. 81.

6. Gemeines Harz.

Alle oben bezeichneten Terpentinbäume liefern auch Harze, die man als gemeines Harz (Resina Pini der Pharmakopöen) oder, trotz der Verschiedenartigkeit der Abstammung, als Fichtenharz zusammenfaßt. Über die verschiedenen Methoden der Harzgewinnung, ferner über die Höhe des Ertrages der verschiedenen Harzbäume an Harz wurde schon oben (p. 260 f.) abgehandelt. Das gemeine Harz ist entweder ein gewöhnliches Sammelprodukt, welches aus den den Terpentinbäumen entquellenden Balsamen entsteht, indem das flüchtige Öl entweicht, oder muß als ein Kunstprodukt angesehen werden, wenn es nämlich aus Terpentinen dargestellt wird, die man durch Abdestillieren ihres flüchtigen Öles beraubte.

Zu den Sorten des gemeinen Harzes, welche einfach Sammelprodukte sind, zählen beispielsweise das galizianische Weißföhrenharz, das natürliche Fichtenharz, das in manchen Gegenden Böhmens, z. B. um Karlsbad, gesammelte Wurzelpech (schwefelgelbe Harzplatten, die sich zwischen Rinde und Holz dicker Wurzeläste der Fichte ansammeln), der Waldweihrauch, ein beim Verbrennen angenehm riechendes Harz, das von jungen Föhren und Fichten in Tröpfchenform abfließt und vom Waldboden in Gestalt kleiner Körnchen aufgelesen wird, ferner jene stalaktitischen Harzmassen, welche sich an den Wundflächen der Terpentinbäume ansammeln, die in Amerika Sarape, in Frankreich Galipot und Barras, in Niederösterreich Scharrharz genannt werden, das auf dem Narbengewebe verletzter Schwarzföhren und anderer Nadelbäume (Lärche, Fichte usw.) von mir aufgefundene eigentümliche Harz, welches unten als Überwallungsharz beschrieben ist, u. a. m.

Zu den künstlich gewonnenen Sorten des gemeinen Harzes gehören der gekochte Terpentin, das Weißpech oder Wasserharz und das Kolophonium.

Das natürliche Fichten- und Föhrenharz bildet halbweiche bis harte, gelbliche oder bräunliche, selten rötliche Massen von eigentümlichem, terpentinartigem Geruch und bitterem Geschmack. Es besteht aus einer homogenen, einfach lichtbrechenden Grundmasse, welche reichlich von kristallisierter Substanz (Abietinsäure) durchsetzt ist. Frisches Harz der Nadelbäume stimmt im spezifischen Gewichte beiläufig mit Wasser überein[1]).

[1]) Eingehende Untersuchungen über das spezifische Gewicht des Harzes der Nadelbäume hat H. Mayr (l. c.) angestellt. Die Schwankungen im spezifischen Gewichte bei frischem Harz der Tannen, Fichten, Kiefern und Lärchen reichen nach den Untersuchungen des genannten Forschers von 0,985 (Harz der Tannenrinde) bis 1,043 (Harz aus dem Holze der Lärche). Das spezifische Gewicht des Kolophoniums

Das Wurzelpech ist hart und spröde. Die Grundfarbe ist schwefelgelb. Stellenweise ist es rötlich gefärbt. Es ist reich an kristallisierter Substanz. Der Geschmack dieses Harzes ist rein bitter. An der Luft durch längere Zeit gelegene Stücke sind fast geruchlos. In verschlossenen Räumen durch mehrere Wochen aufbewahrt, läßt es jedoch einen eigentümlichen scharfen Geruch erkennen.

Das Überwallungsharz entsteht auf den bekannten Überwallungen verletzter Stämme oder Äste unserer Nadelbäume und es geht die Entstehung dieses Harzes von dem Narbengewebe aus. Das Überwallungsharz der Schwarzföhre[1]) bildet entweder dünne Krusten oder knollenförmige, mehrere Zentimeter im Durchmesser haltende Stücke. Frisch aufgebrochene Stücke glänzen bernsteinartig und sind von gelblicher Farbe. An der Luft wird es matt und nimmt eine rötliche, ins Violette geneigte Farbe an. Gepulvert wird es pfirsichblütrot. Der Geruch ist angenehm und erinnert an die zimtsäureführenden Harze. Der Geschmack ist milde, aromatisch und nicht bitter. Dieses Harz ist reichlich mit Kristallen durchsetzt, welche besonders deutlich nach kurzer Einwirkung von Terpentinöl auf das Harz hervortreten und die Gestalt schiefrhombischer Tafeln haben.

Das Überwallungsharz der Fichte sieht konglomeratartig aus und setzt sich aus weißen, gelben und braunen Massen zusammen. Manche Partien erscheinen homogen. Gepulvert wird die Masse zimtbraun. Es ist reich an tafelförmigen und wetzsteinförmigen Kristallen. Geruch ähnlich wie bei dem Überwallungsharz der Schwarzföhre.

Das Überwallungsharz der Lärche bildet halbkugelige oder auch große plattenförmige Stücke. Wegen seines Reichtums an ätherischem Öl erhärtet es sehr langsam. Auf frischer Bruchfläche ist es bernsteinartig. Es erscheint mit freiem Auge auf frischem Bruche entweder homogen oder marmoriert, nämlich rotbraun auf bernsteingelbem Grunde. Im

beträgt 1,094*). Aus seinen Beobachtungen folgert der Autor, daß Rindenharz leichter sei als Holzharz, und daß Splintharz leichter als Kernharz, ferner daß das Harz der Tanne am leichtesten sei; hierauf folge Kiefer, zuletzt Lärche.

1) Auf die Verschiedenheit des »Überwallungsharzes« von gemeinem Harz wurde zuerst von mir hingewiesen (Wiesner, Gummi und Harze, 1869, p. 113ff.). Die merkwürdige chemische Verschiedenheit dieses Harzes gegenüber dem gemeinen Harze derselben Baumart hat Max Bamberger aufgedeckt, worüber weiter unten, bei Besprechung der Chemie der gemeinen Koniferenharze, das Wichtigste mitgeteilt werden wird. Im Anschluß an meine Beschreibung des Überwallungsharzes der Schwarzföhre *(Pinus laricio)* hat F. Krasser (Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wissenschaften, Bd. C, Juli 1891 und Bd. CVI, Juli 1897) die Überwallungsharze der Fichte *(Picea excelsa)* und der Lärche *(Larix europaea)* beschrieben. Über Harzbildung bei Überwallung s. auch H. Mayr, l. c. (1894), p. 37.

*) Nach meinen Beobachtungen schwankt die Dichte des Kolophoniums zwischen 1,07—1,09 (Wiesner, in Dammers Lexikon der Verfälschungen, Leipzig 1887, p. 358 und 363).

Mikroskop erkennt man in einer homogenen Grundmasse zahlreiche Öltröpfchen und nur wenig kristallisierte Einschlüsse in Form kleiner wetzsteinförmiger Kristalle. Behandelt man einen Splitter des Lärchenüberwallungsharzes mit Schwefelsäure, so erkennt man das Auftreten blauer und violetter Streifen in der harzigen Grundmasse. Der Geruch ist ähnlich dem der anderen Arten von Überwallungsharzen.

Der Waldweihrauch bildet kleine weißliche, gelbliche oder rötliche Körnchen, welche sich von dem gewöhnlichen Fichtenharz nur dadurch zu unterscheiden scheinen, daß sie weniger terpentinartig riechen.

Der gekochte Terpentin ist von mattgelber Farbe, hat nur wenig Geruch und Geschmack und besteht, mikroskopisch untersucht, aus feinen, zum Teil doppelt lichtbrechenden Körnchen. An der Luft dunkelt er stark nach, so daß größere Stücke außen wie mit einer bräunlichen Hülle umkleidet erscheinen. Diese Schicht, in welcher sich leicht Abietinsäurekristalle nachweisen lassen, ändert sich bei langem Liegen an der Atmosphäre nochmals um, sie wird wieder lichter und nimmt einen starken, atlasartigen Glanz an.

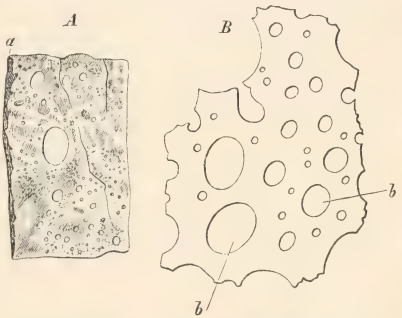


Fig. 55. Wasserharz (eine Sorte von Terpentin). *A* natürliche Größe. *a* dunkle, wasserarme Hülle. *B* Vergr. 300 mal. *b* mit Wasser erfüllte Hohlräume.

Das Weiß- oder Wasserharz (résine hydraté) unterscheidet sich von dem gekochten Terpentin schon durch seine lichtere Farbe und poröse Beschaffenheit, welche letztere auch schon für das freie Auge kenntlich ist. Aber auch ganz kleine Splitter lassen bei mikroskopischer Untersuchung Poren verschiedener Größe erkennen (s. Fig. 55). Alle diese Poren sind mit Wassertröpfchen erfüllt. Die fast weiße Farbe dieser Harzsorte findet in dem reichlichen Auftreten fein verteilten Wassers ihre genügende Erklärung. Beim Liegen an der Luft überzieht sich das Weißharz mit einer dunklen, transparenten Schicht, aus welcher das liquide Wasser geschwunden ist. Die Masse ist zusammengesintert und das darin enthaltene Luftvolum ist beträchtlich kleiner, als das frühere Wasservolum war. Für die Wertbestimmung des Wasserharzes ist die Kenntnis des Wassergehaltes von Wichtigkeit. Da das Wasserharz noch Terpentinöl enthält, so kann eine genaue Wassergehaltsbestimmung nicht einfach durch Trocknen bei erhöhter Temperatur er-

folgen, sondern muß direkt (z. B. mittelst Chlorkalziumrohrs) vorgenommen werden.

Der gekochte Terpentin enthält nur wenig, das Wasserharz hingegen große Mengen von tropfbarem Wasser. Die Gewinnungsweise dieser beiden Harzsorten erklärt uns diese Verschiedenheit. Erstere entsteht aus dem Terpentin, indem man dessen flüchtiges Öl abdestilliert, letztere wird hingegen durch Einrühren von Wasser in schmelzendes Rohharz gewonnen[1]).

Das Kolophonium ist eine von allen früher genannten völlig verschiedene Harzsorte. Sie entsteht aus gekochtem Terpentin oder Rohharz dadurch, daß man diesen Körper so lange schmilzt, bis er klar geworden ist. Das Klarwerden beruht auf der Überführung der kristallisierten Harzsäuren des Terpentinharzes in amorphe Produkte. Je vollständiger die kristallisierte Substanz zerstört wird, desto durchsichtiger wird das Kolophonium und für desto besser wird es gehalten. Die besten Sorten dieses Harzes sind völlig kristallfrei, in minderen lassen sich noch hier und dort Kristalle nachweisen (Fig. 56). Kolophonium ist etwas schwerer als Wasser. Seine Dichte beträgt 1,07 bis 1,09 (s. oben p. 276). — Das Kolophonium zeigt verschiedene Farben, von blaßgelblich angefangen bis zu einem tiefen, fast schwärzlichen Braun. Die Farbe scheint nicht nur von der Temperatur, bei welcher es erhalten wurde, sondern auch von der Abstammung beeinflußt zu werden. Es sind beispielsweise die skandinavischen Fichtenharze, obwohl bei niederer Temperatur geschmolzen, dennoch durch eine tiefe, fast schwärzliche Farbe ausgezeichnet[2]). Daß das Kolophonium beim Liegen und zwar infolge von Oxydation dunkler wird und dabei an Gewicht zunimmt, ist bereits oben (p. 163) besprochen worden. Kolophonium erweicht bei 80° und schmilzt bei 90—100°. Terpentinöl

Fig. 56. Vergr. 400mal. *a* Kristalle, *b* Kristallaggregate aus einem geringen (noch nicht völlig amorph gewordenen) Kolophonium.

1) Zu den gewöhnlich als Burgunderpech zusammengefaßten Harzprodukten gehören auch Handelswaren, welchen Wasser und andere nicht harzige Körper beigemengt werden. So kommt z. B. in England unter dem Namen Burgund Pitch ein Körper vor, der ein Gemenge von Kolophonium, Fett (gewöhnlich Palmöl) und Wasser ist. Das Wasser ist darin wie im Wasserharz verteilt und macht diesen Körper fast undurchsichtig (Hanbury und Flückiger, Pharmacographia. London 1879).

2) Offiz. österr. Bericht usw. Bd. V, p. 491.

wird von Kolophonium mit großer Hartnäckigkeit zurückgehalten. Flückiger fand in einer harten Sorte noch 1,25 Proz. Terpentinöl. Es ist leicht löslich in absolutem Alkohol, auch in Azeton und Chloroform. Die Lösungen fluoreszieren schwach.

Gemeines Harz unterscheidet sich von Terpentin nur durch den geringen Gehalt an ätherischem Öl.

Chemische Beschaffenheit des gemeinen Harzes (Resina Pini) und des Kolophoniums. Beim Verdunsten der flüchtigen Bestandteile des Terpentins oder nachdem dieselben durch Abdestillieren gewonnen wurden, bleibt als fester Bestandteil das gemeine Harz zurück. Im wesentlichen ist also das gemeine Harz von dem Terpentin, aus dem es hervorgegangen ist, nur dadurch verschieden, daß ersteres keine oder nur kleine Mengen von Terpentinöl enthält, letzterer aber große Mengen, welche einen Teil seiner harzigen Bestandteile in Lösung halten. Das gemeine Harz ist stets reich an kristallisierter Substanz. Durch Erhitzen entsteht aus demselben das wasserfreie, amorphe Kolophonium, welches das wasserfreie, Protokatechusäure $C_6H_3(OH)_2COOH$ enthaltende Harz des Terpentins darstellt[1]). Je nachdem das gemeine Harz länger oder kürzer, stärker oder schwächer erhitzt wurde, geht es mehr oder minder vollständig in das amorphe Kolophonium über.

Tschirch und B. Niederstadt[2]) untersuchten das Harz von *Pinus silvestris* aus Finnland und konnten in diesem freie Harzsäuren nachweisen, von denen die Hauptmenge amorph und nur ein kleiner Teil kristallinisch ist.

Die prozentische Zusammensetzung des genannten Harzes ist folgende:

Sodalöslicher Teil 60—62 Proz.

I.	Silveolsäure[3]) (krist.) $C_{14}H_{20}O_2$	1,5 Proz.
II.	α-Silvinolsäure (amorph) $C_{15}H_{26}O_2$)	58—60 »
	β-Silvinolsäure (amorph) $C_{14}H_{24}O_2$)	

Sodaunlöslicher Teil 35—36 Proz.

III.	Ätherisches Öl	15 Proz.
IV.	Resen	20—21 »
V.	Spuren Bitterstoff, Bernsteinsäure und verunreinigende Substanzen	1—2 »

1) K. Dieterich, Chem. Revue **4** (1897), p. 84.

2) Tschirch und B. Niederstadt, Archiv der Pharm. **239** (1901), p. 467.

3) In ihrer Kristallform gleicht die Silveolsäure weder der Pimar- noch der Abietinsäure, auch ist ihr chemisches Verhalten wesentlich verschieden von dem der genannten beiden Säuren.

Das Siebenbürgische Resina Pini (von *Picea vulgaris*) enthält nach den Arbeiten von Tschirch und M. Koch[1]) freie Harzsäuren, von denen eine kristallinisch ist, während die anderen amorph sind.

Prozentische Zusammensetzung des Harzes:

Sodalöslicher Teil 52 Proz.

I.	Picipimarinsäure (amorph) $C_{12}H_{20}O_2$	3 Proz.
II.	Picea-Pimarsäure (krist.) $C_{20}H_{30}O_2$	2 »
III.	α-, β- Picipimarolsäure (amorph) $C_{18}H_{28}O_2$	47 »

Sodaunlöslicher Teil 45 Proz.

IV.	Ätherisches Öl	30 Proz.
V.	Resen $C_{19}H_{30}O$	15 »
VI.	Spuren Bitterstoff (Bernsteinsäure), Farbstoff, Wasser und verunreinigende Substanzen	3 »

Tschirch und F. Koritschoner[2]) untersuchten auch das russische weiße Pech (Belji var).

Kolophonium löst sich leicht in absolutem Alkohol, Azeton, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Chloralhydrat[3]). Von Petroläther wird das Harz nicht vollkommen aufgenommen.

Henriques[4]) fand das Kolophonium esterfrei. Säureanhydride sind im Kolophonium in größerer Menge nicht vorhanden, sondern lediglich unverseifbare Bestandteile und freie Harzsäuren. — Letztere lassen sich durch Petroläther in lösliche, normale Säuren und in unlösliche Säuren vom Charakter der Laktonsäuren zerlegen.

Ein durch heißes Wasser bereitetes, stark eingedampftes Extrakt reagiert sauer, besitzt einen herben Geschmack und wird auf Zusatz von Eisenchlorid anfangs grün, später blau gefärbt. Diese besonders deutlich bei dunklen Kolophoniumsorten auftretende Färbung dürfte auf die Gegenwart von Brenzkatechin und Protokatechusäure zurückzuführen sein.

(*Pinus Abies* L.). Die zuerst von Baup[5]) 1826 im Harz von *Abies pectinata* aufgefundene krisallisierte Säure Acide abiétique wurde von Maly[6]) Abietinsäure genannt. Zur Herstellung letzterer wird Kolo-

1) Tschirch und M. Koch, Archiv der Pharm. **240** (1902), p. 272.

2) Tschirch und Koritschoner, Ebenda p. 584.

3) Nach Mauch, l. c., p. 58 lösen sich gleich dem Kolophonium alle übrigen Koniferenharze vollkommen in Chloralhydrat auf.

4) Henriques, Chem. Revue **6** (1899), p. 111.

5) Baup, Ann. Chim. et Phys. **31**, p. 108.

6) Maly, Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien **44**, II. Abt., p. 121.

phonium mit 70 proz. Weingeist digeriert und der Rückstand aus 90 proz. Alkohol umkristallisiert. Die aus verschiedenen Kolophoniumsorten hergestellte Abietinsäure (oder Abietsäure) besitzt nach Mach[1]) die Zusammensetzung $C_{19}H_{28}O_2$ und schmilzt scharf bei 153—154°[2]).

Reine Abietinsäure bildet farblose, zugespitzte Kristalle, die unlöslich in Wasser, leicht löslich in wässerigen Alkalien, Alkohol, Holzgeist, Äther, Azeton, Eisessig, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Benzol sind.

Die Abietinsäure ist in der Literatur oft mit Pimarsäure (aus Galipot und Kolophonium de Bordeaux) identifiziert worden. Diese beiden Säuren sind aber nach den Untersuchungen von Vesterberg und Mach nicht nur nicht identische, sondern nicht einmal isomere Körper.

Nach Dieterich und Ducommun[3]) kann das Kolophonium nicht, wie Maly meinte, als Anhydrid der Abietinsäure betrachtet werden, weil es weniger Kohlenstoff als diese enthält.

Der trockenen Destillation unterworfen, liefert das Kolophonium eine große Anzahl verschiedener Produkte, unter denen sich Öle befinden, die sich durch starken Geruch und Fluoreszenz auszeichnen und welche unter dem Namen Harzöle als Schmiermittel Verwendung finden[4]).

Die aus dem französischen Galipot abgeschiedene kristallisierte Pimarsäure ist nach den Untersuchungen von Vesterberg[5]) ein Gemenge von drei isomeren Säuren $C_{20}H_{29}O.OH$, welche im Galipot gleichzeitig vorhanden sind und sich durch Schmelzpunkt, Rotationsvermögen und Löslichkeit voneinander unterscheiden. Von diesen drei Substanzen sind bis jetzt zwei genau untersucht und sollen die Eigenschaften derselben wie die der Abietinsäure in nachstehender Tabelle nebeneinandergestellt werden.

Säure	Formel	Schmelzpunkt	Drehungsvermögen	Kristallsystem
Abietinsäure	$C_{19}H_{28}O_2$	153—154°	$[\alpha]_D = -69{,}96°$	triklin
Dextropimarsäure . . .	$C_{20}H_{30}O_2$	210—211°	$[\alpha]_D = +59{,}2°$	rhombisch
Lävopimarsäure (β-Pimarsäure)	$C_{20}H_{30}O_2$	140—150°	$[\alpha]_D = -27{,}2°$	rhombisch?

1) Mach, Monatshefte f. Chemie **14** (1893), p. 186; **15** (1894), p. 627.

2) Die Literatur über die Abietinsäure findet sich zusammengestellt in der Abhandlung von Mach, »Untersuchungen über Abietinsäure« (I. Mitteilung), Monatshefte f. Chemie **14** (1893), p. 186, sowie in Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 623.

3) Dieterich und Ducommun, Étude comparée sur l'acide abiétique et l'acide pimarique. Inauguraldissertation. Berne 1883, p. 30. Auch Jahresberichte 1885, p. 1561.

4) Harzessenz heißt der bei etwa 300° übergehende Anteil, Harzöl das über 360° siedende Produkt. A. Künkler, Die Destillation der Harze und der Harzöle, die Raffination der Harzöle und Nebenprodukte. Mannheim 1897. — F. Boley, Neuerungen und Verbesserungen in der Aufarbeitung von Rohterpentin und Harz. Leipzig 1899.

5) Vesterberg, Berliner Berichte **18** (1885), p. 3331; **19** (1886), p. 2167; **20** (1887), p. 3248.

Auch der amorphe Teil des gemeinen Harzes ist saurer Natur.

Nach Liebermann[1]) und Haller ist die Sylvinsäure[2]) verschieden von Pimarsäure, wohl aber als identisch mit der Abietinsäure anzusehen.

Das von Tschirch und B. Studer[3]) untersuchte amerikanische Kolophonium war in den gewöhnlichen Lösungsmitteln vollständig löslich und ist dessen beiläufige Zusammensetzung aus nachstehenden Zahlen zu ersehen:

I.	α-Abietinsäure (krist.) $C_{19}H_{28}O_2$[4, 5]) etwa 30 Proz.	etwa	52 Proz.
II.	β-Abietinsäure (krist.) $C_{19}H_{28}O_2$ etwa 22 Proz.		
III.	γ-Abietinsäure (krist.) $C_{19}H_{28}O_2$		31,6 »
IV.	Ätherisches Öl		0,4—0,7 »
V.	Resen		5—6 »
VI.	Unreinigkeiten		0,1 »
VII.	Arbeitsverlust	etwa	10 »

Die den Hauptbestandteil des amerikanischen Kolophoniums bildende Abietinsäure hat nach den neueren Untersuchungen die empirische Formel[6]) $C_{20}H_{30}O_2$. Zur Ermittelung der Struktur der genannten Säure wurden zahlreiche Arbeiten angestellt und hat P. Levy[7]) die Ergebnisse der letzteren übersichtlich zusammengestellt und für die Anforderungen, welche an eine Strukturformel der Abietinsäure zu stellen sind, 7 Thesen in Vorschlag gebracht.

I. »Die Abietinsäure ist eine echte Karbonsäure.

II. Die Abietinsäure ist eine ungesättigte Verbindung und enthält zwei doppelte Bindungen.

III. Die Abietinsäure gehört zu den alizyklischen Verbindungen und steht in Beziehung zu Reten $C_{18}H_{18}$.

---

1) Liebermann, Berliner Berichte **17** (1884), p. 1885; **18** (1885), p. 2166.

2) F. Schulz, Die Charakteristik der Abietinsäuren und Sylvinsäuren. Cöthener Chemiker-Zeitung **37** (1913), p. 612.

3) Tschirch und B. Studer, Archiv der Pharm. **241** (1903), p. 495.

4) Tschirch nimmt nach seinen neuesten Untersuchungen für die Abietinsäure auch die Formel $C_{20}H_{30}O_2$ an. (Chemie und Biologie der pflanzlichen Sekrete. Leipzig 1908, p. 49.)

5) Tschirch und B. Studer, »Zur Konstitution der Abietinsäure«. Archiv der Pharm. **241** (1903), p. 523.

6) Fahrion, Zeitschrift f. angew. Chemie **14** (1901), p. 1197; **17** (1904), p. 239.

7) P. Levy, »Betrachtungen über die Konstitution der Abietinsäure«. Zeitschrift f. anorganische Chemie **81** (1913), p. 145.

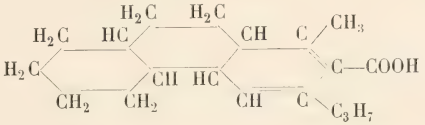
IV. Die Abietinsäure enthält einen hexahydrierten Benzolkern, welcher endständig anzunehmen ist.

V. Die Karboxylgruppe befindet sich in der Abietinsäure an einem tertiären Kohlenstoffatom.

VI. In der Abietinsäure kommt eine Isopropylgruppe vor.

VII. Die Abietinsäure steht auch in Beziehung zu Pinen $C_{10}H_{16}$.[1]

Diesen Thesen würde die nachstehende Strukturformel[1]) von Easterfield und Bagley[2]) entsprechen, allerdings liegt derselben noch die Machsche Formel $C_{19}H_{28}O_2$ zugrunde.



Chemische Beschaffenheit der Überwallungsharze. A. Überwallungsharz der Schwarzföhre *(Pinus Laricio Poir.)*. — Das von Wiesner zuerst näher charakterisierte Überwallungsharz der Schwarzföhre wurde von M. Bamberger[3]) einem eingehenden Studium unterzogen.

Dieses Harz schmilzt bei etwa 100° und ist leicht löslich in Alkohol, Holzgeist, Eisessig, Amylalkohol, Azeton, teilweise in Äther, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, fast nicht in Petroleumäther. Die Säurezahl dieses Überwallungsharzes beträgt 117, die Methylzahl 50—55.

Durch Auskochen des Harzes mit Wasser wurden etwa 4 Proz. Kaffeesäure $(\overset{3,4}{HO})_2C_6H_3\overset{1}{C}H{=}CH{-}COOH$, etwa 1 Proz. Ferulasäure $(\overset{3}{O}CH_3)(\overset{4}{O}H)C_6H_3\overset{1}{C}H{=}CH{-}COOH$ und etwas Vanillin $C_6H_3(\overset{4}{O}H)(\overset{3}{O}CH_3)\overset{1}{C}HO$ erhalten.

Durch Äther läßt sich dasselbe in zwei Anteile zerlegen, und zwar beträgt die Menge des darin löslichen α-Harzes etwa 80 Proz., die des darin unlöslichen β-Harzes etwa 20 Proz. Das α-Harz stellt ein rötlichweißes, amorphes Pulver dar, das leicht in verdünnter Kalilauge, Benzol und Toluol löslich ist. Von konzentrierter Schwefelsäure wird es mit braunroter Farbe aufgenommen. (Methylzahl = 33.)

---

1) Strukturformeln für die Abietinsäure wurden noch von Bischoff, Nastvogel, Mead, Kremmers, Bruhn, Tschirch, Fahrion und Endemann aufgestellt.

2) Easterfield und Bagley, Transact. Chem. Soc. **85** (1904), p. 1241.

3) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **12** (1891), p. 441; **15** (1894), p. 505. — M. Bamberger und A. Landsiedl, Monatshefte f. Chemie **18** (1897), p. 483.

Das β-Harz ist eine ähnlich gefärbte, in Benzol und Toluol unlösliche Substanz. Konzentrierte Schwefelsäure löst es mit intensiv roter Farbe. (Methylzahl = 62.)

Das α-Harz ist ein Ester und läßt sich durch Kalilauge in Kaffeesäure und Ferulasäure sowie in einen Harzalkohol, das Pinoresinol $C_{17}H_{12}O_2(OCH_3)_2(OH)_2$, zerlegen, das sehr schöne rhombische, bei 122° schmelzende Kristalle bildet.

B. Überwallungsharz der Fichte[1] *(Picea vulgaris Link).* Die Löslichkeit dieses Harzes in den verschiedenen Lösungsmitteln ist dieselbe wie beim Harz der Schwarzföhre. Die Säurezahl beträgt 125—128, die Methylzahl 35.

Durch Auskochen mit Wasser wird Parakumarsäure $C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOH$ extrahiert.

Berlin hat wohl ein Gemenge von unreiner Parakumarsäure und Ferulasäure in den Händen gehabt. Bamberger[2] fand, daß dieses Überwallungsharz sich auch durch Äther in zwei Fraktionen trennen läßt. Das α-Harz, das in einer Ausbeute von etwa 80 Proz. gewonnen wird, bildet ein fast weißes Pulver, das β-Harz ist ein brauner Körper und in einer Quantität von etwa 20 Proz. vorhanden.

Das α-Harz ist ein Ester, und da es durch verseifende Mittel in Parakumarsäure, Abietinsäure und in Pinoresinol gespalten wird, hat man es als ein Gemenge von viel Abietinsäurepinoresinolester mit wenig Parakumarsäurepinoresinolester anzusehen.

Der in Äther unlösliche Anteil des Rohharzes scheint nicht esterartiger Natur zu sein und zeigt alle Reaktionen, die Tschirch für die Tannole angibt. Dieser Pinoresinotannol genannte Körper besitzt die Zusammensetzung $C_{30}H_{30}O_6(OCH_3)_2$ und bildet eine in Alkohol leicht lösliche Kaliverbindung, während die des Pinoresinols darin unlöslich ist.

C. Überwallungsharz der Lärche[3] *(Larix europaea).* Die Löslichkeitsverhältnisse dieses Harzes sind ähnliche, wie beim Harz der

---

1) N. J. Berlin dürfte der erste gewesen sein, der über dieses Harz gearbeitet hat. Die unten zitierten »Förhandl.« enthalten eine Arbeit dieses Forschers »Über das sogenannte Kauharz (Tuggkåda)«, in welcher über eine neue organische Säure berichtet wird. Dieses Kauharz dürfte mit dem Überwallungsharz der Fichte identisch sein.

Förhandl. vid. de Skandin. IIIge möte. Stockholm, Juli 1842. — Liebigs Annalen **52** (1844), p. 407.

Es ist übrigens M. Bamberger aus eigener Erfahrung bekannt, daß auch in Nordtirol das Überwallungsharz der Fichte gekaut wird.

2) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **12** (1891), p. 441. — M. Bamberger und A. Landsiedl, Monatshefte f. Chemie **18** (1897), p. 481.

3) M. Bamberger und A. Landsiedl, Monatshefte f. Chemie **20** (1899), p. 647 und p. 755.

Schwarzföhre. Die Methylzahl beträgt 45. Nach den bereits früher beschriebenen Methoden ließ sich auch aus diesem Harze Kaffeesäure, Ferulasäure? und etwas Vanillin gewinnen. Das durch verseifende Agentien wie Kalilauge isolierte Resinol ist verschieden von dem in den Überwallungsharzen der Schwarzföhre und Fichte aufgefundenen Pinoresinol. Es wurde Lariciresinol genannt, besitzt die Formel $C_{17}H_{12}(OCH_3)_2(OH)_4$ und bildet schöne weiße Kristalle, die bei 169° schmelzen. Diese Substanz hat die Eigenschaft, beim Kochen mit alkoholischer Kalilauge in eine ebenfalls kristallisierende isomere Verbindung (Isolariciresinol) vom Schmelzpunkt 95—97° überzugehen. Durch Kochen mit Benzol wandelt sich diese plötzlich in ein physikalisch Isomeres vom Schmelzpunkt 152—155° um.

Lariciresinol gibt bei der Einwirkung von alkoholischer Salzsäure in der Wärme ein Anhydroprodukt, dem die Formel $C_{17}H_{12}O(OCH_3)_2(OH)_2$ zukommt[1]).

Chromsäure führt das Lariciresinol oder dessen Tetraazetylderivat in ein Oxydationsprodukt $C_{17}H_{12}O_2(OCH_3)_2(OCH_3CO)_4$ über, das bei der Verseifung eine bei 180—181° schmelzende Substanz $C_{17}H_{10}O(OCH_3)_2(OH)_2$ liefert[2]).

Bezüglich der Produkte der trockenen Destillation des Pinoresinols[3]) und Lariciresinols[4]) sei auf die tabellarische Übersicht im allgemeinen Teil verwiesen.

Anwendung. Gemeines Harz und Kolophonium finden eine sehr vielseitige Anwendung zu Firnissen, zur Darstellung ordinärer Schmelzlacke (Siegellack usw.), zu anderen Lacken, Kitten und Harzseifen. Sie werden auch zur Herstellung von sog. Harzleim zum Leimen des Papiers und zur Bereitung von Maschinenschmieren benutzt. Die gewöhnliche Verwendung des Brauer- und Bouteillenpeches und des Kolophoniums sind bekannt. U. a. dient das Kolophonium auch zur Herstellung von trockener Maschinenschmiere und als Zusatz zum gekochten Leinöl in der Fabrikation der Druckerschwärze. Von Zimmermann ist ein Verfahren angegeben worden, um durch Einwirkung von Kalk oder Zinkoxyd, Bleioxyd, Eisenoxyd usw. auf schmelzendes oder gelöstes Harz die Härte und den Schmelzpunkt des Kolophoniums zu erhöhen. Dadurch wird dieses Harz einer lukrativeren Verwendung zugeführt, indem das so veränderte Harz als Ersatz für Kopal benutzt werden kann[5]). Kolo-

1) H. Hermann, Monatshefte f. Chemie **23** (1902), p. 1022.

2) M. Bamberger und H. Renezeder, Monatshefte f. Chemie **24** (1903), p. 209.

3) M. Bamberger und E. Vischner, Monatshefte f. Chemie **21** (1900), p. 564 und p. 949.

4) Ebenda.

5) L. E. Andès, Die Fabrikation des Kopallackes usw. Wien, Pest und Leipzig 1895.

phonium findet in neuester Zeit bei den durch Zinkätzung vorgenommenen Reproduktionsverfahren Verwendung[1]). Die harzreichen Holzmassen, welche als Nebenprodukt der Harzgewinnung aus den von den Bäumen abgekratzten Harzmassen (Scharrharz) zurückbleiben und in Niederösterreich als »Pechgriffen« bezeichnet werden, dienen zur Darstellung von Leuchtgas und anderen Beleuchtungsstoffen, sowie zur Darstellung der Harzessenz (Pinolin) und der oben (p. 281) genannten Harzöle.

Geschichtliches. Das gemeine Harz war bereits den alten Römern und Griechen als *resina* bekannt und wurde sowohl gewerblich wie medizinisch verwendet. Die Nachrichten über dieses Produkt lassen sich bis auf Theophrast zurück verfolgen. Der auf ein Harz bezügliche Ausdruck »Kolophia« (nach der jonischen Stadt Kolophon) findet sich zuerst bei Dioscorides; es ist aber nicht gewiß, ob darunter unser heutiges Kolophonium zu verstehen ist. Terpentinöl, durch Destillation erhalten, erscheint zuerst im Anfange des sechzehnten Jahrhunderts. Die amerikanische Harzindustrie begann schon im siebzehnten Jahrhundert und blühte bereits im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts, wie dem Werke André-Michaux (s. oben p. 257) zu entnehmen ist.

7. Mekkabalsam.

Die Stammpflanze dieses Balsams ist *Balsamodendron gileadense Kth., (= Commiphora Opobalsum Engl.)* eine baumartige Burseracee, welche dem arabischen Küstengebiete angehört. Die in unseren Handel[2]) kommende Sorte wird durch Auskochen der Zweige mit Wasser erhalten. Eine bessere Sorte, die aber im Orient bleibt, fließt aus Einschnitten, welche man jungen Zweigen oder Blütenstielen beibringt, aus.

Der Mekkabalsam des europäischen Handels schmeckt etwas bitter, hat den Geruch von Terpentin und Zitronen, die Konsistenz der feinen Terpentine, eine braunrötliche Färbung und ist stets etwas trübe. Die besten, im Orient bleibenden Sorten dieses Balsams sind blaßgelblich gefärbt und besitzen einen angenehmen balsamischen, an Zitronen erinnernden Geruch und einen aromatischen, erwärmenden Geschmack. Alle Sorten sind anfänglich dünn-, später dickflüssig.

---

1) Alle auf die Verwendung von Harzen in der Photographie und bei Reproduktionsverfahren bezugnehmenden, in diesem Abschnitte mitgeteilten, aus der Literatur in der Regel nicht zu entnehmenden Daten verdanke ich Herrn Hofrat J. M. Eder, Direktor des Instituts für Reproduktionsverfahren und Photographie in Wien.

2) Mehrfach findet sich in der Literatur die Angabe, daß der Mekkabalsam lange aus dem europäischen Handel verschwunden sei, oder doch keinen ständigen Handelsartikel mehr bilde. Mit Bezug auf diese Angaben verweise ich auf Gehes Handelsbericht (Dresden 1896, wo ausdrücklich hervorgehoben wird, daß der Mekkabalsam auf dem europäischen Markte erscheint, häufig durch Pilger als Schmugglergut nach Konstantinopel und von hier aus in den übrigen europäischen Handel gelangt.

Mikroskopisch betrachtet erscheint der Mekkabalsam völlig klar und ohne alle festen Beimengungen. Auf Zusatz von Weingeist wird er milchig getrübt. Nunmehr erscheint er aus kleinen, in lebhafter Molekularbewegung begriffenen Kügelchen zusammengesetzt. Im Lichtbrechungsvermögen stimmt der Mekkabalsam so genau mit der Kartoffelstärke überein, daß die Körnchen derselben, in den Balsam eingelegt, fast gänzlich verschwinden. Man kann diese Eigenschaft benutzen, um den Mekkabalsam auf seine Echtheit zu prüfen und um Verfälschungen desselben, namentlich mit fetten Ölen, aufzufinden. Schon ein mit wenigen Prozenten Oliven- oder Rizinusöl versetzter Mekkabalsam läßt die Stärkekörnchen der Kartoffel mit Deutlichkeit hervortreten.

Chemische Beschaffenheit des Mekkabalsams. Bonastre[1]) fand im Mekkabalsam 10 Proz. ätherisches Öl, 12 Proz. in Alkohol unlösliches und 70 Proz. darin lösliches Harz, sowie 4,0 Proz. Bitterstoff.

Der von Tschirch und Baur[2]) untersuchte Balsam besaß einen angenehmen, an die Koniferenharze erinnernden Geruch und war klar löslich in Äther, Ätheralkohol, Azeton und Essigsäure, trübe in Alkohol, Petroleumäther, Benzol, Chloroform, Toluol und Schwefelkohlenstoff.

Bei der Destillation des Balsams mit Wasserdampf wird ein anfangs farbloses, später gelblich werdendes ätherisches Öl erhalten, das bei der fraktionierten Destillation zwischen 140 und 170° übergeht. Der Hauptanteil destilliert bei 153—157° über, ist farblos, dünnflüssig und besitzt den Geruch des Terpentinöls. Die Fraktion zwischen 160—170° zeigt den Geruch nach gelben Rüben.

Die Untersuchung des vom ätherischen Öl befreiten Harzes macht es wahrscheinlich, daß letzteres nicht aus Estern besteht, sondern aus Harzsäuren oder Alkoholen (Tannole) und Resenen zusammengesetzt ist.

K. Dieterich[3]) hat die Konstanten eines frischen und eines alten verharzten, nach Terpentin riechenden Mekkabalsams bestimmt und nachstehende Werte gefunden:

	I	II
Säurezahl . . .	39,84	60,77
Esterzahl . . .	101,10	81,90
Verseifungszahl .	140,94	142,67

Balsam I war dünnflüssig, klar und von sehr angenehmem Geruch, während der alte Balsam II ein trübes, dickflüssiges Aussehen und einen unangenehmen Geruch nach Terpentin besaß. Mit dem Alter und Verharzen steigt die Säurezahl bedeutend.

1) Bonastre, Journ. de Pharm. **18** (1832), p. 94 und 333.
2) Tschirch und Baur, Archiv d. Pharm. **233** (1895), p. 240.
3) K. Dieterich, Pharm. Zentralhalle (1899), Nr. **20**, p. 344.

Die besten Sorten dieses Balsams gelangen nicht zu uns. Der aus den Produktionsländern nach Bombay gebrachte Mekkabalsam erscheint dort als Ka-tel und Duhnul-balasan[1]). Die bei uns vorkommenden Sorten werden in der Parfümerie benutzt. Aus den Pharmakopöen der meisten europäischen Länder ist der Mekkabalsam verschwunden[2]).

8. Kopaivabalsam.

Dieser Balsam (Baume de Copahu des französischen, Balsam Capivi oder Capivi des englischen Handels, Balsamum Copaïvae der Pharmakopöen) stammt von mehreren südamerikanischen *Copaifera*-Arten[3]). Die balsamliefernden Spezies sind bisher noch nicht genau ermittelt. Als sicher kann angenommen werden, daß der aus Venezuela stammende Marakaïbobalsam von *Copaifera Jacquinii* herrührt[4]). Die Hauptmasse der Handelsware soll von *C. Langsdorffii* abstammen, welcher Baum in Brasilien (Bahia, Ceara usw.) massenhaft auftritt. Auch *C. coriacea* (Brasilien) und *C. guyanensis* (Guayana, Nordbrasilien) werden in verläßlichen Quellen als Stammpflanzen des Kopaivabalsams bezeichnet. Hingegen ist es zweifelhaft, ob *C. rigida, oblongifolia, multijuga* und noch einige andere südamerikanische Spezies (s. oben p. 219) als Stammpflanzen dieses Balsams angesehen werden können.

Entstehung und Vorkommen in der Pflanze. Die Anwesenheit von Balsamgängen in der Rinde der *Copaifera*-Arten wurde zuerst von Berg konstatiert, später hat Lanessan solche Gänge auch in der Peripherie des Markes der Stammpflanze aufgefunden. Der Balsam entsteht aber zweifellos im Holzkörper, und es hat bereits Herm. Karsten (1857) nachgewiesen, daß das Stammholz der balsamliefernden *Copaifera*-Arten von Balsamgängen durchzogen ist, welche Zollweite erreichen können und den Stamm der ganzen Länge nach durchziehen[5]). Nach den mikroskopischen Untersuchungen, welche Tschirch (1889) anstellte[6]), sind diese Balsamgänge der *Copaifera*-Arten lysigener Natur (Fig. 57). Ihre Entstehung beginnt im Holzparenchym; die Harzmetamorphose ergreift aber später auch die Gefäße. Vereinzelt angelegte Balsamgänge

1) Sawer, British and Col. Dr. 1895. Bot. Jahrb. 1895, II, p. 351.

2) Vgl. Fristedt, Baume de Meque. Repert. de Pharmacie. 1876, p. 685.

3) Das Wort copaiva stammt aus der alten Tupisprache von dem Worte copa, welches Baumsaft oder Harzsaft bedeutet. Auch der Name Kopal ist des gleichen Ursprungs.

4) Ernst, La Exposicion nacional de Venezuela. Caracas 1886, p. 271.

5) Botan. Zeitung. 1857, p. 316. Hier findet sich bereits eine Angabe von der enormen Menge des Balsams, welche der einzelne Baum liefert. Karsten sagt nämlich, daß aus einer einzigen Baumwunde gegen vierzig Flaschen Balsam hervorquellen.

6) Angewandte Pflanzenanatomie. I, p. 514.

werden durch Verharzung von Markstrahlen verbunden, woraus sich ihre oft enormen Querschnittsdimensionen erklären. Bei der Entstehung des Kopaivabalsams geht die chemische Metamorphose der Zellhäute vom Zellinhalte aus und schreitet deshalb von innen nach außen fort. Lange bleibt noch die Interzellularsubstanz, nämlich die äußerste Zellhautschicht, erhalten; endlich geht auch diese in Lösung über.

Gewinnung. Schon durch Martius und Schomburgk wurden wir mit der höchst einfachen Gewinnungsweise des Kopaivabalsams bekannt. Nach ihren Angaben werden die Stämme bis ans Kernholz mit der Axt angehauen, worauf der Balsam schon nach wenigen Stunden pfundweise hervorquillt.

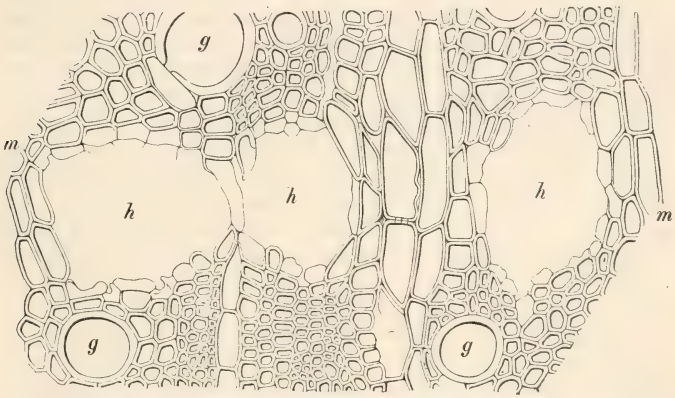


Fig. 57. Kleine lysigene Harzgänge *(h)* im Holze von *Copaifera Langsdorffii*. *m* Markstrahl. *g* Gefäß. (Nach Tschirch.)

Neuere, von Croß herrührende, in Pará angestellte Beobachtungen bestätigen die älteren Angaben und erweitern dieselben durch folgende Details. In die hohen, bis sieben Fuß im Durchmesser haltenden Stämme wird mit der Axt eine »Kammer« eingehauen, welche durch das weiße, vier bis fünf Zoll dicke Splintholz in das rötlichbraune Kernholz hineinreicht. Die Grundfläche dieser Kammer hat einen Umfang von beiläufig einem Quadratfuß und ist nach vorn geneigt, damit der Balsam besser abfliessen könne. Mittelst eines von Blättern umhüllten Rindenstückes wird der Balsam nach einem geräumigen Blechgefäß geleitet. Bald nach dem Anschnitt des Baumes stürzt der Balsam hervor und in kurzer Zeit beträgt die aus einer Kammer abfließende Menge an 50 l. Das Hervorquellen des Balsams erfolgt ruckweise; nach kurzen Pausen gibt ein gurgelndes Geräusch, welches angeblich durch Platzen der Balsamgänge

veranlaßt wird, ein neuerliches Hervorbrechen der Flüssigkeit kund. Einzelne anscheinend ganz gesunde Bäume sind wenig ertragfähig[1]).

Die besseren Sorten des Kopaivabalsams stammen aus Südamerika, geringere aus Westindien. Die größten Mengen des südamerikanischen Kopaivabalsams kommen aus den Häfen von Pará und Maranhao in den Handel und gelangen dorthin aus den Gebieten des Amazonas und Orinoco. Der Balsam von Maracaibo (im Staate Zulia in Venezuela) wird, neueren verläßlichen Angaben zufolge, bloß von dort ausgeführt, kommt aber eigentlich aus dem Innern von Venezuela. Ganz Venezuela produziert 61 000 kg Kopaivabalsam im Jahre, davon werden jährlich 43 000 kg von Maracaibo ausgeführt[2]).

Im Handel erscheint vorzugsweise dünnflüssiger Kopaivabalsam; es gibt aber auch dickflüssige Sorten. Die dünnflüssigen Sorten sind im frischen Zustande hellgelb bis farblos, z. B. der aus Pará kommende Balsam, werden aber bei längerer Aufbewahrung dunkler, haben einen eigentümlichen balsamischen Geruch und einen bitteren und scharfen Geschmack. Der dickflüssige Kopaivabalsam ist goldgelb, erinnert im Geruche an Terpentin und schmeckt bitter und kratzend. Der Balsam von Maracaibo zeigt eine schwache Fluoreszenz. Die Dichte des Kopaivabalsams beträgt gewöhnlich 0,93—0,99. Der Kopaivabalsam von Pará hat die geringste Dichte[3]). Nach Pelletier[4]) scheidet sich am Boden eines Gefäßes, in welchem dieser Balsam durch längere Zeit aufbewahrt wurde, eine Harzmasse ab, in welcher sechsseitige Tafeln und Prismen auftreten.

Der Kopaivabalsam von Pará wird sowohl durch Weingeist als durch Ammoniak milchartig getrübt. Die übrigen Sorten dieses Balsams lassen wohl stets, wenngleich manche erst unter dem Mikroskop, nach Einwirkung der beiden Reagentien eine mehr oder minder ausgesprochene Trübung erkennen.

Vor kurzem wurde die Aufmerksamkeit auf einen bolivischen Kopaivabalsam gelenkt, welcher sich von allen amerikanischen Sorten des Kopaivabalsams dadurch unterscheidet, daß er rechtsdrehend ist,

1) Robert Croß, Report to the Under-Secretary of State for India. Akten des India Office. 1877. Botan. Jahresbericht. 1877, p. 835. Über die Ertragsmenge der Kopaivabäume hat auch Engel (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin, **5**, 1870) Mitteilungen gemacht. Über die Gewinnung des Kopaivabalsams s. noch E. Aubert, Production du Copahu en Amazonas. Journ. de Pharm. et de Chimie **12** (1886), p. 309ff. und Peckolt, Pharmazeut. Rundschau. 1892.

2) A. Ernst, l. c., p. 217.

3) Nach den genauen und umfassenden von Flückiger vorgenommenen Bestimmungen beträgt die Dichte des Kopaivabalsams 0,935—0,998, schwankt aber in den extremsten Fällen zwischen 0,916 und 1,006.

4) Journ. de Pharmacie **6**, p. 315.

eine Eigentümlichkeit, die man bis jetzt bloß bei einem afrikanischen Kopaivabalsam (Illurin-Kopaivabalsam) beobachtet hat. Der bolivische Balsam stammt von *Copaifera paupera*. Er ist gelblichbraun, von der Konsistenz des Maracaibobalsams[1]).

Alle Sorten von Kopaivabalsam sind in Wasser so gut wie unlöslich. An siedendes Wasser gibt allerdings fast jede Sorte dieses Balsams einen Bitterstoff ab. Hingegen ist der Kopaivabalsam vollständig löslich in absolutem Alkohol, Äther, Benzol und Schwefelkohlenstoff. Mit Magnesia und anderen alkalischen Erden gemengt erhärtet er nach und nach.

Der Kopaivabalsam stimmt im Lichtbrechungsvermögen mit den Stärkekörnchen der *Canna edulis* so nahe überein, daß dieselben, in die genannte Flüssigkeit eingelegt, verschwinden und erst bei starker Abblendung ihre Konturen in matten Linien erkennen lassen[2]). Kartoffelstärkekörnchen erscheinen im Kopaivabalsam mit ziemlicher Deutlichkeit. Das Verhalten gegen *Canna*-Stärkekörnchen kann mit Vorteil benutzt werden, um die Echtheit des Kopaivabalsams zu konstatieren. Namentlich gelingt es leicht, Verfälschungen dieser Ware durch fette Öle mittelst dieser Amylumsorte aufzudecken. Schon einige Prozente von Rizinusöl[3]) im Kopaivabalsam ändern dessen Lichtbrechungsvermögen so weit ab, daß selbst bei ganz schwacher Abblendung die *Canna*-Stärkekörnchen deutlich hervortreten.

Chemische Beschaffenheit der Kopaivabalsame. Die Kopaivabalsame[4]) sind Auflösungen von Harz in ätherischem Öl. Die Menge des letzteren beträgt je nach der Abstammung und dem Alter der Sorten 40—90 Proz.

Zur Gewinnung des Kopaivaöles[5]) wird hauptsächlich der Parábalsam benutzt, der von dünnflüssiger Beschaffenheit ist und die größte Ausbeute, etwa 60—90 Proz., an Öl liefert. Maracaibobalsam hat eine dickere Konsistenz und liefert etwa 40 Proz. Öl.

Kopaivaöl aus Pará- oder Maracaibobalsam ist eine farblose, gelbliche oder bläuliche Flüssigkeit, besitzt den charakteristischen pfefferartigen Geruch des Balsams und hat einen bitterlichen, kratzenden Geschmack. Spezifisches Gewicht 0,900—0,910, $\alpha_D = -7$ bis $-35°$. Es siedet zwischen 250—275° und wird von absolutem Alkohol völlig,

1) Der Illurinbalsam wird von *Hardwickia* abgeleitet. Er hat einen spezifischen chemischen Charakter und wird auch dem Gurjunbalsam zugezählt.

2) Wiesner, Gummi und Harze, p. 122.

3) Der Brechungsexponent des Kopaivabalsams beträgt gewöhnlich 1,510 und sinkt — nach umfassenden Untersuchungen zu urteilen — nicht unter 1,508, während nach Brewster der Brechungsexponent des Rizinusöls 1,490 beträgt.

4) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl. (1891), p. 94.

5) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. Berlin 1899, p. 582.

von 90 prozentigem nicht vollständig aufgenommen. An Bestandteilen ist nur Caryophyllen ermittelt $C_{15}H_{24}$.

Das nach dem Abdestillieren des ätherischen Öls zurückbleibende Harz ist in Alkohol, Benzol und Amylalkohol löslich. Der größte Teil desselben, aus allen Sorten des Balsams erhalten, besteht aus amorphen Säuren. Hlasiwetz[1]) zählt diese Harze zu den Terpenharzen. — Brix[2]) hat aus Maracaibobalsam zwei Hart- und ein Weichharz, sämtlich amorph und von sauerem Charakter, isoliert.

Schweitzer[3]) gewann aus dem Kopaivabalsam eine kristallisierte, bei 116—117° schmelzende Substanz — die Kopaivasäure, der nach H. Rose[4]) die Formel $C_{10}H_{32}O_2$ zukommt; Oxykopaivasäure $C_{20}H_{28}O_3$ wurde von Fehling[5]) in dem Absatz eines Parábalsams aufgefunden.

Strauß[6]) erhielt aus Maracaibobalsam Metakopaivasäure $C_{22}H_{34}O_4$, eine kristallisierte, bei 205° schmelzende Substanz.

Alle diese kristallisierten Harzsäuren schmecken bitter; es enthält aber der Kopaivabalsam außerdem einen besonderen Bitterstoff.

Nach Tschirch[7]) zeigen nicht nur die Kopaivabalsamsorten unter sich, sondern auch die gleichen Namen tragenden chemische Unterschiede, was besonders beim Maracaibobalsam beobachtet wurde.

Maracaibobalsam: Nach den Untersuchungen von Tschirch und E. Keto[8]) ist dieser Balsam in Äther, Chloroform, Petroläther, Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff vollständig, in 90 prozentigem Alkohol und in Essigäther nur teilweise löslich und enthält 2—3 Proz. eines in Petroläther unlöslichen Rückstandes, der die grüne Fluoreszenz des Balsams bedingt. Weiter konnten 1—1½ Proz. einer sehr gut kristallisierenden bei 128—129° schmelzenden Säure der Illurinsäure $C_{20}H_{28}O_3$ gewonnen werden. Die in Alkalien nicht löslichen Kopaiboresene sind amorph und völlig löslich in Äther, Petroläther, Chloroform, Benzol, Toluol und Schwefelkohlenstoff. Aus dem Bodensatz des Balsams ließ sich eine kristallisierte, bei 89—90° schmelzende Substanz, die β-Metakopaivasäure $C_{22}H_{32}O_4$ isolieren. Die Straußsche Metakopaivasäure, welche von Tschirch α-Metakopaivasäure genannt wird, besitzt die Formel $C_{22}H_{34}O_4$. Das Harz (bis zu 50 Proz.) besteht aus den genannten Säuren und amorphen Harzsäuren.

1) Hlasiwetz, Liebigs Annalen **143** (1867), p. 312.
2) Brix, Monatshefte f. Chemie **2** (1881), p. 515.
3) Schweitzer, Poggendorfs Annalen **17** (1829), p. 488; **21** (1831), p. 172.
4) H. Rose, Ebenda **33** (1834), p. 36.
5) Fehling, Liebigs Annalen **40** (1841), p. 110.
6) Strauß, Ebenda **148** (1865), p. 148.
7) Tschirch, Pharmazeutische Zeitung. 1899, Nr. 77. Vortrag, gehalten auf der Münchener Naturforscherversammlung 1899.
8) Tschirch und E. Keto, Archiv der Pharm. **239** (1901), p. 548.

Bolivianischer Kopaivabalsam. C. Hartwich[1]) berichtet über einen neuen bolivianischen Kopaivabalsam von *Copaiba paupera Herzog*, der von allen südamerikanischen dem Maracaibobalsam am ähnlichsten ist, sich jedoch durch Rechtsdrehung des Balsams und seiner Bestandteile deutlich von ihm unterscheidet.

Parákopaivabalsam. Der von Tschirch und Keto untersuchte Balsam war klar, sehr dünnflüssig und von gelber Farbe ohne Fluoreszenz. Mit Äther, Azeton, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol und Toluol ließ sich der Balsam in allen Verhältnissen mischen. Aus der ätherischen Lösung konnte eine in zugespitzten und quadratischen Blättchen kristallisierende, bei 145—148° schmelzende Substanz, die Parákopaivasäure $C_{20}H_{32}O_3$, sowie die in zugespitzten Nadeln kristallisierende, bei 111—112° schmelzende Homoparákopaivasäure $C_{18}H_{28}O_3$ gewonnen werden. Auch dieser Balsam enthält Resene und zwar ein in Alkohol lösliches und ein darin unlösliches.

Das Harz ist auch hier ein Gemisch kristallisierter und amorpher Harzsäuren. Dem ätherischen Öl kommt die Formel $C_{20}H_{32}$ zu, außerdem ist in dem Balsam ein Bitterstoff vorhanden.

Afrikanischer Kopaivabalsam, Illurinbalsam[2]). Die untersuchte dickflüssige Balsamprobe war nicht ganz durchsichtig und besaß eine braune Farbe mit stark grüner Fluoreszenz. Chloroform, Benzol, Toluol geben mit dem Balsam klare Mischungen. Die ätherische Lösung des Balsams gab bei der Aufarbeitung 2—3 Proz. Illurinsäure $C_{20}H_{28}O_3$. Genannte Säure dürfte zwei Äthylenbindungen enthalten. In dem Balsam ist außerdem ätherisches Öl und Bitterstoff enthalten. Der Harzrückstand beträgt 56 Proz.

Surinamkopaivabalsam[3]) enthält Kopaivasäure und 78 Proz. farbloses ätherisches Öl. Außer Harzsäuren kommen in diesem Balsam noch Resene und ein kristallisierter Sesquiterpenalkohol vom Schmelzpunkt 114—115° vor. In einem Surinambalsamöl wurde neben wenig Kadinen die Gegenwart zweier Sesquiterpene nachgewiesen[4]).

Die Kopaiva- und Illurinbalsame zeigen viele Ähnlichkeit mit den Koniferenharzbalsamen und bestehen wie diese aus innigen Gemischen von ätherischen Ölen, Resenen, sogenannten Harzsäuren und Bitterstoff.

Verfälschungen. Die Kopaivabalsame werden außer mit fetten Ölen (s. oben p. 291) noch mit Terpentin, Kolophonium, dem später zu betrachtenden Gurjunbalsam, mit Mineralölen, Paraffin und Vaselin verfälscht. Als Hauptverfälschungsmittel dient der Gurjunbalsam.

---

1) C. Hartwich, Schweiz. Wochenschr. f. Chemie u. Pharmazie **47** (1909), p. 373.

2) Tschirch und E. Keto, l. c., p. 561.

3) Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 803.

4) Abderhalden, Biochemisches Lexikon. VII. Bd., 2. Hälfte, p. 611. (Artikel Ätherische Öle, bearbeitet von R. Leimbach.)

K. Dieterich[1]) hat die bisher gebräuchlichen Farbenreaktionen und qualitativen Prüfungen behufs Wertbestimmung der Kopaivabalsame durch quantitative Methoden zu ersetzen versucht.

Nach Ermittelung der Säure-, Verseifungs- und Esterzahl sowie des spezifischen Gewichtes der Balsame kann man beurteilen, ob dieselben alt, verharzt oder verfälscht sind.

Der Kopaivabalsam findet in der Lack- und Firnisfabrikation, ferner zur Darstellung der Pauspapiere und in der Medizin Verwendung.

Geschichtliches. Der Kopaivabalsam ist als Heilmittel in Europa seit dem Anfange des siebzehnten Jahrhunderts bekannt, kam aber erst im achtzehnten Jahrhundert in allgemeinere medizinische Verwendung. Nachdem infolgedessen größere Quantitäten des Balsams nach Europa gelangten und der Preis der Ware gesunken war, fand das in den Heimatländern längst zu häuslichem Gebrauche und gewerblich benutzte Produkt nach und nach Eingang in die Lack- und Firnisbereitung und schließlich in die Papierfabrikation.

9. Gurjunbalsam.

Diese dem Kopaivabalsam nahestehende Ware ist auch als Gardschanbalsam, wood-oil, Holzöl bekannt und wird von den Pharmakopöen als Balsamum Dipterocarpi, B. Garjanæ oder Gurjunæ bezeichnet.

Es ist dies ein für Europa ganz moderner technischer Rohstoff und selbst als Medizinaldroge gehört dieser Balsam zu den neueren Erwerbungen. Wenn derselbe auch in Indien und auf Java seit alter Zeit in gewerblicher Verwendung steht, so ist er in Europa doch erst durch Roxburgh[2]) näher bekannt geworden, gelangte aber erst viel später in den englischen Handel und ist erst seit etwa vierzig Jahren ein allgemein bekannter Handelsgegenstand.

Dieser Balsam stammt von mehreren südostasiatischen *Dipterocarpus*-Arten. Vornehmlich werden folgende Arten als Stammpflanzen des Gurjunbalsams genannt: *Dipterocarpus alatus* (Hinterindien), *angustifolius* (Hinterindien), *gracilis* (Java), *hispidus* (Ceylon), *ceylanicus* (Ceylon und Java), *incanus* (Java, desgleichen alle folgenden Arten), *litoralis, retusus, trinervis* und *turbinatus, Hardwickia pinnata Roxb.* (Indien)[3]).

Der Balsam wird sowohl in der Rinde als in der Peripherie des Markes gebildet und tritt in schizogenen, später auch lysigen werdenden Sekretbehältern auf[4]).

1) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1897, p. 46—74.

2) Plants of the coast of Coromandel **3** (1828).

3) S. hierüber Roxburgh, l. c. — Hanbury, Pharm. Journ. and Transact. **15.** — Derselbe, Pharmacographia (1879). — Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl. (1891), p. 100. — Hooper, Pharmac. Journ. and Transaction. 1907.

4) Näheres über das Vorkommen des Gurjunbalsams in dem Pflanzengewebe ist

In der regenlosen Zeit werden die Stämme der genannten Bäume angebohrt, worauf der Balsam — in Britisch-Indien häufig als »Kanyin-oil« bezeichnet — massenhaft hervorquillt[1]). Häufiger unterstützt man das Austreten des Balsams durch Einleitung eines Schwelungsprozesses, indem man die Stämme anschneidet und in der Nähe der Wundstelle am Boden ein Feuer anmacht[2]). Jeder Baum gibt bei einmaligem Anschnitt bis 70 l Balsam.

Vom Kopaivabalsam unterscheidet sich der Gurjunbalsam schon durch seinen dichroitischen Charakter: er ist grünlich im auffallenden, rötlichbraun im durchfallenden Lichte. Er fluoresziert mit grünlichem Lichte, was namentlich bei Verdünnung in Lösungsmitteln hervortritt. Gewöhnlich ist er trübe und erscheint nur in dünner Schicht klar. Nach Flückiger beträgt die Dichte des Gurjun 0,947—0,964, die des darin enthaltenen ätherischen Öls 0,918. Er ist bitterer als Kopaivabalsam. Mit Wasser geschüttelt, geht ein Bitterstoff in Lösung und die wässerige Flüssigkeit reagiert sauer. Engt man den wässerigen Auszug ein, so erhält man durch Gerbsäurelösung einen reichlichen weißen Niederschlag.

Gurjunbalsam mischt sich mit Chloroform und ätherischem Öl, ist hingegen in absolutem Alkohol nur teilweise löslich. Schon durch das Verhalten gegen Alkohol unterscheidet sich der Gurjunbalsam vom Kopaivabalsam[3]).

Ähnlich wie Kopaivabalsam erhärtet auch der Gurjunbalsam mit alkalischen Erden.

---

zu finden in Solereder, Systematische Anatomie der Dicotylen. Stuttgart 1899. — Heim, Recherches sur les Dipterocarpées. Paris 1892. — Nach Brandes, dem genauen Kenner der indischen Forste und der indischen Baumwelt, erreichen die balsamführenden Kanäle einen Durchmesser bis zu 2 cm. Pharm. Journ. and Trans. 1894.

1) So in Cochinchina. Rigal, Journ. de Pharmacie et de Chimie **10** (1884). S. auch die nächste Note.

2) Roxburgh, l. c. Die oft reproduzierte Angabe, daß innerhalb einer weiten, in die Baumstämme eingehauenen Höhlung behufs Schwelung Feuer angemacht werde, scheint nicht richtig zu sein, ist jedenfalls nicht verbürgt. Im Tropenpflanzer **9** (1905), p. 468 wird angegeben, daß in die Bohrwunde glühende Kohlen gebracht werden, um den Ausfluß des Balsams zu beschleunigen. Ein Baum liefert im Maximum 200, im Durchschnitt 80 l Balsam.

3) Der afrikanische oder Illurinbalsam, welchen man von *Hardwickia*-Spezies abgeleitet hat, wird von mancher Seite dem Gurjunbalsam untergeordnet, desgleichen der indische in Canara und Travancore gewonnene Enreikulavobalsam von *Hardwickia pinnata*. Da die eben geschilderten Kennzeichen des Gurjunbalsams aber bei diesen beiden Balsamen nicht zutreffen, sie vielmehr im allgemeinen Charakter sich dem Kopaivabalsam nähern, insbesondere mit dem bolivischen Kopaivabalsam in wichtigen Charaktereigenschaften übereinstimmen, so erscheint es gerechtfertigt, diese beiden Balsame beim Kopaivabalsam zu belassen. Für diese Auffassung spricht auch ein systematischer Grund. Die unangezweifelten Arten, welche Gurjunbalsam liefern, sind Dipterocarpeen, während *Hardwickia* den Caesalpinieen zugehört, also in den Verwandtschaftskreis der echten Kopaivabäume gehört.

Chemische Beschaffenheit des Gurjunbalsams. Tschirch und Weil[1]) untersuchten drei verbürgt echte Sorten dieses Balsams. Dieselben waren dünnflüssig, im auffallenden Lichte grünlichgrau fluoreszierend. Der Geschmack war bitter, aber nicht kratzend. Mit Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol und Äther läßt sich der Balsam in allen Verhältnissen klar mischen. Eine Mischung gleicher Volumen des Balsams sowie absoluten Alkohols ist trübe, wird aber nach weiterem Zusatz von Alkohol wieder klar.

Die Sorten des Gurjunbalsams sind dünn- bis dickflüssig und enthalten dementsprechend verschiedene Mengen von ätherischem Öl (45 bis 72 Proz.). Das Gurjunbalsamöl siedet zwischen 225—256°, hat ein Volumgewicht von 0,915—0,930, es ist meist linksdrehend ($\alpha_D = -35°$ bis $-130°$) selten rechtsdrehend und besteht vorwiegend aus zwei Sesquiterpenen, α- und β-Gurjunen[2]) $C_{15}H_{24}$.

Tschirch erhielt aus obengenannten Balsamen etwa 80—82 Proz. optisch indifferentes Öl.

Durch Auskochen einer größeren Menge des Balsams mit heißem Wasser ließ sich eine Lösung von intensiv bitterem Geschmacke gewinnen. Der in Alkalien nicht lösliche Harzkörper enthält 16—18 Proz. eines Resens, das von Tschirch Gurjoresen ($C_{17}H_{28}O_2$) genannt wird.

Aus verschiedenen Gurjunbalsamen scheiden sich Bodensätze ab Hirschsohns Neutralkörper) und aus diesen konnte Tschirch eine kristallisierende bei 131—132° schmelzende Substanz das Gurjuresinol $C_{15}H_{25}OH$ isolieren. Weitere Untersuchungen[3]) ergaben, daß die genannte Verbindung identisch mit Hirschsohns Neutralkörper, Ketos Kopaivasäure des Handels und Machs[4]) Metacholestol ist.

Das Gurjuresinol sowie das Amyrin (Elemi) sind Harzalkohole, die in Alkalien unlöslich sind, obwohl sie eine Hydroxylgruppe besitzen, deshalb nennt man diese Verbindungen resenartige Resinole[5]). Auch zu den Koniferenharzsäuren dürften beide genannten Körper in Beziehungen stehen. Aus einem in Java von *Dipterocarpus turbinatus* gesammelten Gurjunbalsam ließ sich eine sehr gut kristallisierende, bei 126—129° schmelzende Substanz, das Gurjuturboresinol $C_{20}H_{30}O_2$ gewinnen. Diese Verbindung ist identisch mit Brix Kopaivasäure von Merck und der Metakopaivasäure von Trommsdorff. In der Tabelle[6]) auf S. 297 sind die genannten Körper übersichtlich zusammengestellt.

1) Tschirch und Weil, Archiv der Pharm. **241** (1903), p. 372.
2) Abderhalden, Biochemisches Lexikon, l. c., p. 630.
3) Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 511.
4) Mach, Monatshefte f. Chemie **15** (1894), p. 643.
5) Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 512.
6) Ebenda p. 510—511.

Übersicht über die aus Gurjunbalsam isolierten Substanzen.

Name und Autor	Herkunft	Formel	Schmelzpunkt	Eigenschaften
Kopaivasäure von Gehe & Co., Flückiger	Gurjunbalsam unbekannter Herkunft	$C_{28}H_{46}O_2$	126—130°	Gelang nicht zu azetylieren, indifferent gegen Alkalien
Metacholestol, Mach	Gurjunbalsam unbekannter Herkunft	$C_{15}H_{23}OH$	—	Alkoholnatur bestätigt; Mach betrachtet den Körper als Sesquiterpenalkohol und erstes Glied einer Cholesterinreihe
Kopaivasäure des Handels, Keto	Gurjunbalsam unbekannter Herkunft	$C_{15}H_{26}O$	132°	Indifferent gegen Alkalien
Gurjuresinol	Aus Hirschsohns Neutralkörper	$C_{15}H_{26}O$	131—132°	Indifferent gegen Alkalien; azetylierbar und benzoylierbar
Gurjuresinol	Aus Hirschsohns alkoholischer Natronsalzlösung	$C_{15}H_{26}O$	129—130°	Ganz geringe Spuren gehen an Alkalien
Gurjuresinol aus der Sammlung des pharmazeutischen Instituts	Gurjunbalsam unbekannter Herkunft	$C_{15}H_{26}O$	132°	Indifferent gegen Alkalien
		$C_{15}H_{25}OH$		
Gurjoresen	Ostindien	$C_{17}H_{28}O_2$	40—43°	Besitzt einen Stich ins Gelbliche; indifferent gegen Alkalien
Metakopaivasäure (Trommsdorff), Kopaivasäure (Merck), Brix		$C_{20}H_{28}(OH)_2$ resp. $C_{20}H_{30}O_2$	126—129°	Indifferent gegen Alkalien; Diazetylprodukt
Gurjuturboresinol	*Dipterocarpus turbinatus* Java	$C_{20}H_{30}O_2$	126—129°	Indifferent gegen Alkalien

Der Gurjunbalsam wird in Europa so wie Kopaivabalsam technisch und medizinisch verwendet. Eine ausgedehnte Verwendung findet er in den Heimatländern als eine Art Lackanstrichmasse, welche, in verschiedenem Grade verdickt, auch mit Farben innig gemengt, benutzt wird[1]). Sehr stark wird der Gurjunbalsam zur Verfälschung von ätherischen Ölen verwendet.

10. Die Harze der Elemigruppe.

Man versteht unter Elemi (Elemiharz, Elemi des englischen und französischen Handels, Resina Elemi der Pharmakopöen) die an ätherischen Ölen mehr oder minder reichen Harze der Burseraceen.

Nach der Konsistenz teilt man sie in balsamische, weiche und starre Elemisorten ein. Die balsamischen Elemi sind grünlich, die weichen gelblich, die starren gelb bis weiß. Anfänglich stets terpentinartig, gehen sie nach längerer Aufbewahrung durch Abgabe von ätherischem Öl alle in die starre Form über.

Nach der Abstammung lassen sich folgende Elemisorten unterscheiden:

1. Manila-Elemi kommt von Luzon und anderen Philippinischen Inseln, reichlich von Bantangas auf Luzon, südlich von Manila. Die Abstammung ist unsicher. Der Baum Arbol a brea wird häufig als Stammpflanze bezeichnet. Aber dieser Baum ist botanisch nicht fixiert, indem unter Arbol a brea verschiedene Burseraceen *(Icica* und *Canarium)* verstanden werden. Die Stammpflanze soll die von Blanco beschriebene *Icica Abilo* sein[2]). Es wird auch häufig eine *Canarium*-Art als Stammpflanze des Manila-Elemi bezeichnet[3]).

Das Manila-Elemi ist weich, klebend, trübe, gelblich oder grünlich. Nach längerer Aufbewahrung erstarrt es zu einer lichtbräunlichen Masse, welche sehr reich an kristallinischer Substanz ist. Aber auch im weichen Harz sind schon reichlich Kristalle zu finden. Der Geruch ist fenchelartig, der Geschmack gewürzhaft, etwas bitter. Dieses Harz ist nicht selten mit Pflanzenteilen (Holz, Rinde) verunreinigt, auch mit Rußteilchen, welche von dem bei der Gewinnung angewendeten Schwelungsprozesse

---

1) Dem Gurjunbalsam verwandt ist das auf Borneo dargestellte Sindoröl und wohl auch der von G. Haußner beschriebene, auf Sumatra von einer Dipterocarpee herrührende »Minjak-Lagam« (Archiv der Pharmazie, 1883).

2) Flora de Filipinas. Manila 1845. S. auch Bot. Jahresber. 1870, p. 217.

3) Eine Zusammenstellung aller bisherigen Versuche, das Manila-Elemi auf seine botanische Provenienz zurückzuführen, hat Vogl (Kommentar zur österr. Pharmakopöe, 1892, p. 447) unternommen. Trimen, welchen ich während meines Aufenthaltes auf Ceylon in Peradenia besuchte (1893), bezeichnete mir *Canarium commune* als Stammpflanze des Manila-Elemi. Diese Ableitung wurde auch von Tschirch, l. c., I (1906), p. 427 akzeptiert. Das Elemi von Uganda wird von *Canarium Schweinfurthii* abgeleitet, es soll dem Manila-Elemi ähnlich sein. Dunston, W.-afrik. Elemi. Bull. Imp. Inst. London **6** (1908).

herrühren. Im Wiener Handel ist derzeit Manila-Elemi der einzige Repräsentant dieser Harzgruppe.

2. Elemi von Yucatan und Mexiko. Angeblich von *Amyris Plumieri* herrührend[1]). Jüngere Stücke grünlichgelb, alte kreidig; weniger stark als das folgende riechend.

3. Elemi von Rio. Stammt von *Icica Icicariba*. Fest; selbst lange gelagerte Stücke noch grünlichgelb. Riecht ziemlich stark, zugleich an Terpentin und Fenchel erinnernd. Nach Vogl (l. c.) kommt diese Elemisorte nicht mehr im europäischen Handel vor.

4. Elemi von Guayana. Stammt von *Icica viridiflora*. Hauptmasse weißlich, innen von grünlichen Bändern durchzogen, außen schwärzlich angeflogen. Die weißliche Substanz erscheint schon dem freien Auge parallelfaserig. Die Fasern erweisen sich unter dem Mikroskop als nadelförmige Kristalle.

5. Elemi von Ocumé. Wird in Gabon gesammelt und stammt von einer Burseracee, nach einer brieflichen, von T. F. Hanausek an mich gerichteten Mitteilung, von einer *Aucoumea*-Art ab. Stimmt in allen Eigenschaften mit dem zuletzt genannten Harz überein. Es bildet kleine, mit schwärzlichen Anflügen versehene Brocken. Keines der Elemiharze ist so unrein und so reichlich mit Pflanzenresten (Blatt- und Rindenstücken) durchsetzt als dieses.

6. Das Gomartharz wird auf Martinique und Guadeloupe von *Bursera gummifera* gewonnen. Es bildet große, außen weißliche Stücke von geschichtetem Bau. Die innerste Masse ist grünlich oder gelblich. Die weiße Partie dieses Harzes erscheint schon dem freien Auge kristallinisch. Die Kristalle liegen senkrecht auf den Schichtengrenzen. In der grünlichen, noch etwas weichen Grundmasse lassen sich mikroskopisch große Kristalle nachweisen. Das Gomartharz riecht terpentinartig, frisch aufgebrochen oder erwärmt kümmelartig[2]).

Die festen Elemiharze sind durch Reichtum an kristallisierter Substanz ausgezeichnet. In den balsamischen Sorten lassen sich meist nur kleine Mengen von Kristallen nachweisen. Je weiter der Erstarrungsprozeß der Burseraceenharze vorwärts schreitet, desto reichlicher treten sie auf. Es ist bemerkenswert, daß man in den meisten Elemisorten selbst in sehr kristallreichen Splittern direkt im Mikroskop dieses morphologische Verhältnis nicht nachweisen kann. Der Grund hiervon liegt in

---

1) Berg, Pharmazeut. Warenkunde, p. 572.

2) Über Elemiarten und deren Abstammung s. Hanbury und Flückiger, Pharmacographia, und Symes, Notes on Brazilian Drugs. Yearbook of Pharm. 1882. Auf einige in die Gruppe der Elemiharze gehörige, im Handel aber noch nicht erscheinende Produkte ist oben (p. 220 ff.) hingewiesen worden. Über die Abstammung der Elemiharze s. auch Tschirch (1906), l. c.

dem Umstande, daß die amorphe Grundsubstanz, in welcher die Kristalle eingebettet sind, im Brechungsexponenten mit diesen sehr genau übereinstimmt, so daß es nicht zu einer optischen Differenzierung kommt. Behandelt man aber einen Splitter von Elemiharz auf dem Objektträger des Mikroskopes mit Weingeist, so löst sich die amorphe Grundmasse auf und es bleibt eine Unmasse von nadelförmigen oder prismatischen Kristallen zurück (Fig. 58). Im Polarisationsmikroskop sind begreiflicherweise die Kristalle des Elemiharzes ohne alle Vorbehandlung leicht aufzufinden.

Alle festen Elemiharze sind durch eine sehr geringe Härte und durch Geschmeidigkeit ausgezeichnet. Ihre Härte ist nämlich noch geringer als die des Kolophoniums. Sie lassen sich mit dem Messer wie Speckstein schaben, eine Eigentümlichkeit, die sie wohl kaum mit einem anderen Harze gemein haben. Der Geruch ist stets terpentinartig und erinnert je nach der Sorte noch zudem an Fenchel, Anis, Kümmel, Mazis oder Zitronen. Der Geschmack ist aromatisch, bitter und dabei etwas erwärmend. Nach Brisson beträgt die Dichte des Elemi 1,018, nach Pfaff 1,083. Die Unterschiede in der Dichte sind gewiß nicht nur in der Verschiedenheit der Sorten, sondern wohl auch im Grade der Erstarrung zu suchen.

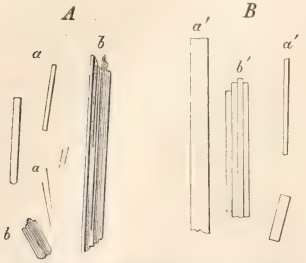


Fig. 58. Vergr. 300mal. *A* Kristalle *(a)* und Kristallgruppen *(b)* aus Elemi, nach Behandlung des Harzes mit Weingeist. *B* Kristalle *(a′)* und Kristallgruppen *(b′)* aus Gomart, nach Behandlung des Harzes mit Weingeist.

Das Elemiharz erweicht nach Schrötter[1]) bei 80° C und schmilzt bei 120° C. In Chloroform ist Elemi schon in der Kälte, in Weingeist erst in der Wärme löslich. Nach Mauch[2]) löst sich ein Teil Elemi in zehn Teilen 80prozentigen Chloralhydrats zu einer trüben Flüssigkeit auf.

Chemische Beschaffenheit der Harze der Elemigruppe. A. Tschirch teilt die Elemiharze in nachfolgende Gruppen ein: I. Eigentliche Elemisorten, d. h. solche, die Amyrin enthalten, und II. andere Elemi- und elemiähnliche Sorten, die kein Amyrin enthalten[3]). Tschirch und seine Schüler haben Vertreter der Haupttypen des eigentlichen Elemi[4]) eingehend studiert, so z. B.:

1) Poggendorfs Annalen **59**, p. 68.

2) l. c., p. 67.

3) Tschirch und J. Cremer, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 324.

4) Tschirch und O. Saal, »Allgemeine Betrachtungen über die Harze der Elemigruppe«. Archiv d. Pharm. **242** (1904), p. 367.

I. Ein weiches Manila-Elemi von *Canarium commune*, einer Burseracee der Philippinen.
II. Ein hartes Manila-Elemi derselben Provenienz.
III. Ein Yucatan-Elemi aus Zentralamerika von der Rutaceengattung *Amyris*.
IV. Ein afrikanisches Elemi aus der Gegend von Kamerun, vielleicht von der Gattung *Canarium*.
V. Ein brasilianisches Protiumelemi von *Almessega branca*.
VI. Ein Caricari-Elemi aus Brasilien.
VII. Ein Carannaelemi von *Protium Caranna* (Humb.) L. March aus Nordbrasilien.
VIII. Ein Kolophoniaelemi von *Colophonia Mauritiana*.
IX. Ein Tacamahacaelemi von den Philippinen.

Die chemische Zusammensetzung dieser verschiedenen Elemisorten wurde bereits in der dem allgemeinen Teile angefügten tabellarischen Übersicht (p. 197) verzeichnet und sei hier auf letztere verwiesen.

Manila-Elemi (weich und hart) löst sich vollständig in Äther, Essigäther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Toluol und warmem Alkohol, zum Teil in kaltem Alkohol, Petroläther, Methylalkohol, Tetrachlorkohlenstoff und 80prozentiger Chloralhydratlösung[1]). Die Löslichkeitsverhältnisse der übrigen untersuchten Elemisorten stimmen annähernd mit denen des Manila-Elemi überein.

Der in kaltem Alkohol schwer lösliche und daraus in Nadeln kristallisierende Teil des Elemiharzes ist von vielen Forschern untersucht worden. Baup, Flückiger, Buri und Hesse bezeichnen denselben als Amyrin.

Vesterberg[2]) fand, daß Manila-Elemi, mit Alkohol angerührt, unter dem Mikroskop zahllose prismatische Kristalle von Amyrin nebst Kristallen von Elemisäure erkennen läßt.

Aus obengenannter Tabelle ist zu ersehen, daß allen untersuchten Elemis die Körperklasse der Amyrine gemeinsam ist. Die Amyrine sind Gemenge von zwei verschiedenen Alkoholen, welche im Wege der Azetylderivate getrennt werden können. Durch Verseifung letzterer erhält man zwei Verbindungen, α- und β-Amyrin, welche isomer sind und die Zusammensetzung $C_{30}H_{49}OH$ besitzen.

α-Amyrin $C_{30}H_{49}OH$ ist rechtsdrehend, bildet lange feine Nadeln, die in heißem Alkohol ziemlich leicht, in kaltem Weingeist und Ligroin schwer löslich sind und den Schmelzpunkt 180—181,5° besitzen.

β-Amyrin ist ebenfalls rechtsdrehend, gleicht sonst auch dem α-Amyrin und schmilzt bei 193—194°.

1) Tschirch und J. Cremer, l. c., p. 299 und 312.
2) Vesterberg, Berliner Berichte **20** (1887), p. 1242; **23** (1890), p. 3186.

Mit Phosphorpentachlorid erhitzt, gehen die Amyrine in rechtsdrehende Kohlenwasserstoffe, die Amyrilene $C_{30}H_{48}$ über, durch deren Oxydation mit Chromsäure Ketone (Aldehyde?) (α- und β-Amyron) entstehen, welche Substanzen nach Vesterberg[1]) gut kristallisierte Körper darstellen.

Den Amyrinen verwandte Alkohole kommen im Pflanzenkörper recht häufig vor. Erstere sind wahrscheinlich mit Cholesterin verwandt, denn mit Chloroform und konzentrierter Schwefelsäure geben sie eine Farbenreaktion, die der Cholesterinreaktion Salkowkys gleicht.

Die Amyrilene dürften der Klasse der Triterpene angehören, da sie das dreifache Molekulargewicht der gewöhnlichen Terpene $C_{10}H_{16}$ besitzen.

Vesterberg gewann aus dem Elemiharz etwa 16,5 Proz. Amyringemenge (davon $^2/_3$ bis $^3/_4$ α-, das übrige β-Amyrin). Der Totalgehalt von Amyrin im Harz dürfte 20—25 Proz. betragen.

Baup isolierte aus dem Wasser, welches bei der Elemidestillation zurückblieb, Kristalle von moosähnlichem Aussehen, die er Bryoïdin und Breïdin nannte. Flückiger[2]) gelang es nicht, letztere Verbindung zu erhalten, wohl aber das Bryoïdin, das die Formel $C_{20}H_{38}O_3$ besitzt und bei 133,5° schmilzt.

In den alkoholischen Mutterlaugen des Amyrins wurde von Buri[3]) eine geringe Quantität einer Säure — die Elemisäure $C_{35}H_{56}O_4$ — aufgefunden, welche Verbindung glänzende, linksdrehende Kristalle darstellt, die in Wasser unlöslich, in Alkohol und Äther löslich sind und bei 215° schmelzen.

Außer den Amyrinen und dem Bryoïdin enthalten die Elemis eine Reihe von teils kristallisierten, teils amorphen Harzsäuren[4]), welche in die Gruppe der Eleminsäuren und die der Elemisäuren eingeteilt werden können. Erstgenannte Säuren gliedern sich wieder in zwei Unterabteilungen, die Isoeleminsäuren und Eleminsäuren, letztgenannte in die Isoelemisäuren und Elemisäuren.

Die Eleminsäuregruppe enthält Säuren, denen die Formel $C_{39}H_{56}O_4$ zukommt. Die Isoeleminsäuren sind amorph und schmelzen bei 75°, während die Eleminsäuren schön kristallisieren und bei 215° schmelzen. Die Elemisäuren besitzen die Formel $C_{37}H_{56}O_4$[5]). Die Isoelemisäuren sind amorph und schmelzen bei 120°, die Elemisäuren sind entweder amorphe Substanzen oder gut kristallisierende bei 215° schmelzende Körper.

In der Tabelle p. 197 sind die genannten Säuren übersichtlich zusammengestellt.

---

1) Vesterberg, Berliner Berichte **24** (1891), p. 3836.

2) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl., p. 87.

3) Buri, Jahresberichte. 1878, p. 983.

4) Tschirch und O. Saal, l. c., p. 370.

5) Buris Elemisäure dürfte unreine α-Manelemisäure gewesen sein. (Tschirch, l. c., p. 429.)

Von den letzteren dürften einige nicht nur isomer, sondern wohl auch identisch sein.

Die Elemis sind zum größten Teile aus indifferenten, sehr widerstandsfähigen Körpern, den Resenen, zusammengesetzt, Substanzen, welche ausgedehnte Anwendung in der Lackindustrie finden und in der erwähnten Tabelle verzeichnet sind.

Tschirch stellt für einige aus den Elemis isolierten Resenen die Formel $C_{15}H_{24}O$ auf, welche der Zusammensetzung eines Oxy-Sesquiterpens $(C_5H_8)_3O$ entspricht und dadurch die Annahme stützt, nach welcher die Resene als Oxy-Sesquiterpene oder Oxy-Polyterpene aufgefaßt werden.

Manila-Elemi enthält bis etwa 30 Proz. ätherisches Öl (Elemiöl), welches eine farblose oder hellgelbe Flüssigkeit von ausgesprochenem Phellandrengeruch darstellt. (Spezifisches Gewicht 0,87—0,91, $\alpha_D = +44^\circ 3'$.)

Der unter 175° siedende Teil enthält nach Wallach[1]) d-Phellandren $C_{10}H_{16}$, die Fraktion zwischen 175—180° etwa 10 Proz. Dipenten $C_{10}H_{16}$. In dem von 279—280° übergehenden Anteile wurde von Schimmel & Co[2]) ein inaktives Öl aufgefunden, welches das spezifische Gewicht 1,043 besitzt. Neben diesen Stoffen enthält das Öl noch Polyterpene und sauerstoffhaltige Produkte, darunter einen kristallisierten Körper der zum Amyrin in Beziehung stehen dürfte[3]).

Ferner ein schweres optisch inaktives Öl, vom Siedepunkt 279—280°, das neben geringen Mengen Sesquiterpenalkohol hauptsächlich aus Allyltrimethoxy- 3, 4, 5-benzol besteht[4]).

Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß drei verschiedene Arten Elemiöle existieren. Die eine Art enthält vorwiegend d-Limonen, die andere Phellandren mit Pinen, die dritte besteht aus fast reinem Terpinolen.

Das Elemiharz enthält noch einen Bitterstoff[5]), welcher sich aus den wässerigen Mutterlaugen, aus denen das Bryoïdin gewonnen wurde, als schmierige Masse abscheidet.

Mit der Analyse des Elemi hat sich K. Dieterich[6]) eingehend beschäftigt.

---

1) Wallach, Liebigs Annalen **246** (1888), p. 233; **252** (1889), p. 202.

2) Bericht von Schimmel & Co. Oktober 1896, p. 95.

3) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. Berlin 1899, p. 643.

4) Abderhaldens Biochemisches Lexikon. VII. Bd., 2. Hälfte, p. 625. Kapitel »Ätherische Öle«, bearbeitet von R. Leimbach.

5) Bonastre, Journ. de Pharm. **10** (1824), p. 199. — Tschirch und J. Cremer, l. c., p. 310.

6) Dieterich, Über Elemi und verwandte Harze, inkl. Protium-(Almessega-) Elemi. (Pharmazeutische Zeitung. 1899, Nr. 77.) Vortrag, gehalten von K. Dieterich auf der Münchener Naturforscherversammlung 1899. Auch in Pharmazeutischer Zeitung. 1899, Nr. 77.

Im Harz von *Icica heptaphylla Aubl.*, auch Hyawagummi oder Konimaharz genannt, welches den Elemiharzen beizuzählen ist, finden sich geringe Mengen eines gelben ätherischen Öls[1]), das beim Destillieren zwischen 260—270° übergeht. Die höchstsiedenden Teile haben eine bläulichgrüne Farbe.

Stenhouse und Groves[2]) isolierten daraus einen zu den Sesquiterpenen gehörenden Kohlenwasserstoff, Konimen $C_{15}H_{24}$ (Siedepunkt 264°).

Aus der alkoholischen Lösung des Konimaharzes läßt sich das Icacin[3]) $C_{46}H_{76}O$ oder $C_{17}H_{78}O$ in sehr schönen weißen Nadeln vom Schmelzpunkt 175° gewinnen.

In seinen Eigenschaften steht das Icacin dem Amyrin sehr nahe.

Die Elemiharze werden in der Firnis- und Lackbereitung, besonders zur Erzeugung von Spirituslacken verwendet, häufig nur als Zusätze, um den Firnissen und Lacken die Sprödigkeit zu benehmen, ferner zu Filzarbeiten und in der Medizin, neuestens als Zusatz zu lithographischer Umdruckfarbe.

Geschichtliches. Die Entdeckung der neuen Welt hatte die Einführung zahlreicher neuer Naturprodukte zur Folge, darunter auch die des Elemi. Es scheint, daß das amerikanische Elemi erst auf die Elemiarten der alten Welt geführt hat. Seit Anfang dieses Jahrhunderts sind in Europa allenthalben die südamerikanischen Sorten durch das Manila-Elemi verdrängt worden.

11. Mastix.

Die lange bekannte Stammpflanze dieses Harzes, *Pistacia lentiscus*, ist über die südeuropäischen und nordafrikanischen Küsten verbreitet. Dennoch kommt aller Mastix — und seit alter Zeit — bloß aus den Mastixgebieten von Chios, welche im südlichen und südwestlichen Teile dieser in türkischem Besitze befindlichen Insel gelegen sind. In der Umgebung von etwa zwanzig Dörfern (Mastixdörfern, Mastichochoria)[4]) wird eine baumartige, mit verhältnismäßig breiten Blättern versehene Varietät der *Pistacia lentiscus (P. l. var. γ Chia D C.)* kultiviert, und diese ist es, welche nicht nur des reichlichen Ertrags, sondern auch des ausgezeichneten Mastix halber ausschließlich ausgebeutet wird. Diese Form, auf Chios mit dem Namen Schinos bezeichnet, war Duhamel bereits bekannt[5]). Die gewöhnliche Form gibt kein brauchbares Harz, sie kommt auch auf Chios vor.

1) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. 1899, p. 644.

2) Stenhouse und Groves, Liebigs Annalen **180** (1876), p. 253.

3) Hesse, Ebenda **192** (1878), p. 181.

4) Pauli, Die Insel Chios. Geogr. Ges. Hamburg 1883.

5) Beckmann, Warenkunde, Göttingen 1793, p. 579, woselbst bereits ausführlich über Mastix berichtet wird.

Die ersten Untersuchungen über das Vorkommen und über die Entstehung des Harzes in den Geweben der *Pistacia lentiscus* verdanken wir Unger[1]). Aus seinen Beobachtungen geht hervor, daß sich das Harz in besonderen Harzgängen der Innenrinde bildet (Fig. 59). Diese Harzgänge liegen in der Innenrinde, nach außen durch Bastbündel geschützt, welche von Parenchym und schließlich von Periderm bedeckt sind. In Lücken, welche die dichten, wellenförmig verlaufenden Bastzonen freilassen, liegen die Harzgänge, welche hier nichts anderes sind als weite Interzellularräume, in denen sich keine Spur von Zellgewebsresten nachweisen

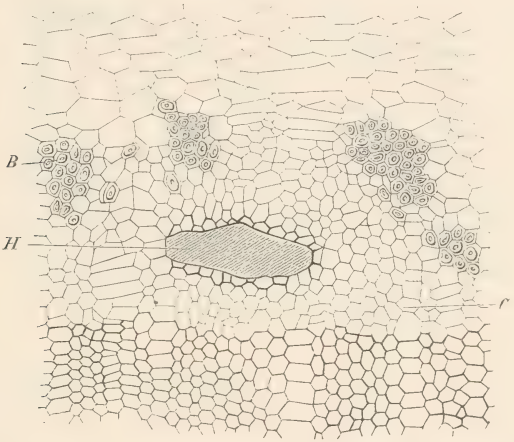


Fig. 59. Vergr. 170mal. Harzführendes Rindengewebe aus der Mastixpistazie. *H* Harzgang. *B* Bastbündel. *C* Kambium. (Nach Unger.)

läßt. Selbst in ganz jungen Stämmen erkennt man diese Harzgänge als weite, scharf gegen das benachbarte Gewebe abgegrenzte Lücken, in deren Harzsaft von Gewebsresten nichts zu entdecken ist. Der genannte Forscher zieht daraus den gewiß vollkommen berechtigten Schluß, daß das Harz der *Pistacia lentiscus* nicht durch chemische Metamorphose aus Zellwänden hervorgeht, sondern im Innern der Zellen — wie neuere Untersuchungen lehren, der Sekretionszellen, welche den Harzgang begrenzen — entsteht und in den Harzgang sezerniert wird. Die Harzgänge, welche in der Rinde des Mastixbaumes vorkommen, sind somit schizogener Natur, was neuere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen

1) Die Insel Zypern. Von Unger und Kotschy, p. 421 ff.

auch bestätigt haben[1]). Durch Abfall von Borkenschuppen rücken die den Harzsaft führenden Interzellulargänge so sehr nach außen, daß eine geringe Verletzung genügt, um das Harz zum Ausfluß zu bringen. Der Harzgehalt des Mastixbaumes ist auf die Rinde beschränkt. Nach Unger ist das Holz harzfrei.

Die anatomischen Verhältnisse der Rinde des Mastixbaumes, wie dieselben soeben nach Unger geschildert wurden, beziehen sich auf junge Äste, deren Holz und Rindenmasse zusammen, wie sich Unger ausdrückt, etwa die Dicke eines Federkiels besitzen.

Fig. 60. Vergr. 300mal. Querschnitt durch die Innenrinde eines älteren (schenkeldicken) Stammes von *Pistacia lentiscus*. *st* Steinzellenplatten mit eingelagerten Kristallen. *m* Markstrahlen, zum Teil sklerotisch. Im Siebteile des Gefäßbündels zwei Sekreträume *i* (Mastixgänge) und geschrumpfte Siebröhrenstränge *σ*. (Nach J. Moeller.)

Die Rinde des Stammes wurde später von Moeller[2]) eingehend studiert. Die Rinde eines schenkeldicken Stammes hat eine Dicke von 4 mm und ist von schülferigen, flachen, etwa millimeterdicken, unregelmäßigen Borkenschuppen bedeckt. An das Periderm schließt sich ein Phelloderm an, welches gleich dem ersteren aus etwa 10—12 Zellreihen besteht. Die Hauptmasse des Phelloderms ist gleichmäßig sklerosiert. Im Phloëm fehlen die Bastfasern gänzlich. Die schon mit freiem Auge sichtbaren hellen Punkte sind Sklerenchymgruppen und bestehen aus verschieden gestalteten, isodiametrischen oder stäbchenförmigen, sehr stark verdickten Elementen. Die in den Sklerenchymmassen gelegenen Kristall-

1) Über die Entstehung des Mastixharzes s. Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie. I, p. 497. Über die anatomischen Verhältnisse des Stammes der *Pistacia lentiscus* s. Moeller, Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882, p. 315.

2) l. c., p. 316 ff.

zellen werden gleichfalls sklerotisch, die schizogenen Harzgänge bleiben aber von einer doppelten bis dreifachen Zone dünnwandigen Parenchyms umgeben. Der Inhalt der Kristallzellen besteht aus oxalsaurem Kalk, welcher gewöhnlich in Form von Einzelkristallen, seltener in Drusenform auftritt. Die Harzgänge haben einen Durchmesser von 0,2 mm und führen einen blaßgelben Inhalt, welcher an dem von Moeller untersuchten, wahrscheinlich trockenen Material feinkörnig erschien. Die Siebröhren sind zu dünnen tangentialen Strängen geschrumpft (Fig. 60).

In kleinen Mengen fließt der Mastix freiwillig aus und erhärtet in Tropfenform an den Zweigen. Um größere Mengen zu erhalten, müssen die Bäume angeritzt werden. Es werden in die Rinde der Bäume vom Grund an bis zu den Ästen zahlreiche nebeneinander stehende Längseinschnitte oder, was mit Rücksicht auf die Orientierung der Harzgänge noch rationeller scheint, kreuzweise[1] angebrachte Schnitte mittelst Messer gemacht, aus welchen alsbald der Harzsaft in großen Mengen ausströmt, zum Teil an den Wunden erhärtet, zum Teil auf den Boden fällt und zu Körnern erstarrt. Man hat früher den Boden, auf welchem die Bäume stehen, mit Wasser angenäßt und später festgestampft, um ein von Erde möglichst freies Harz aufsammeln zu können[2]. Gegenwärtig legt man, um eine noch reinere Ware zu erhalten, Steinplatten auf den Boden unter die Bäume. Wie eine unten zu erwähnende Besonderheit der Mastixkörper lehrt, fallen viele Harztropfen auf wahrscheinlich abgelöste, am Boden liegende Blätter des Mastixbaumes. Nach 2—3 Wochen ist das Harz so weit erstarrt, daß es gesammelt werden kann. Den besten Mastix nimmt man von den Zweigen ab und sammelt ihn in mit Papier oder Baumwollenzeug ausgelegten Körbchen. Die von den Steinplatten aufgelesenen Harzkörner geben eine zweite, die zwischen den Steinen auf der Erde liegenden Stücke bilden die dritte, am wenigsten reine, geringste Mastixsorte. Das Sammeln beginnt Mitte Juni und wird durch zwei Monate betrieben. Jeder Baum liefert 4—5 kg Mastix[3].

Die Körner des Mastix haben eine längliche oder rundliche Gestalt, einen Durchmesser von 0,5—2 cm, eine gelbliche oder grünliche, nach Flückigers Vermutung von Chlorophyll herrührende Färbung[4] und einen eigentümlichen, an gelbe Rüben erinnernden Geruch und Geschmack.

1) Vogl, l. c., p. 446.

2) Beckmann, l. c., p. 580.

3) Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen 1862, p. 60. Vgl. auch Pasqua, Bull. della R. Soc. d'Orticult. Firenze. VI (1881), p. 19.

4) Wie ich finde, so zeigt die weingeistige Lösung von grünlichen Mastixkörnern weder Fluoreszenz noch das charakteristische Absorptionsspektrum des Chlorophylls, so daß die grünliche Farbe des Mastix nicht von Chlorophyll, sondern, wie bei zahlreichen anderen Harzen (gewisse Sorten von Kopal, Bernstein usw.), von einer vom Chlorophyll verschiedenen grünen Substanz herrührt.

Der Geruch des Mastix mahnt auch an jenen des Galbanumharzes. Einzelne Körner sind goldgelb und zeigen stellenweise eine Neigung ins Pfirsichblütenrote. Die Körner sind stets mehr oder minder trübe und außen wie bestäubt. Diese Oberflächenbeschaffenheit wird nicht etwa durch gegenseitiges Abreiben der Stücke hervorgerufen, sondern beruht auf der Bildung einer Oberflächenschicht, welche teils durch Erstarrung der ursprünglich halbflüssigen Harzmasse, teils durch Zusammenziehung des erstarrten Harzes gebildet wird (s. oben p. 154 ff.). — An manchen abgeflachten Körnern sieht man den Abdruck einer durch scharf hervortretende Cuticula ausgezeichneten Oberhaut (Fig. 62 und 63). Durch vergleichende Untersuchung finde ich, daß dieser Abdruck von der oberen Oberhaut des Blattes der *Pistacia lentiscus var. Chia* herrührt (Fig. 61). Bemerkenswert ist es, daß die Cuticula im Abdrucke mit weitaus größerer Schärfe als an der Oberhaut des lebenden Blattes hervortritt. Das Vorhandensein dieses Abdruckes beweist, daß Harztropfen

Fig. 61. Vergr. 150 mal. Oberhaut vom Blatte der *Pistacia lentiscus*. Oberseite.

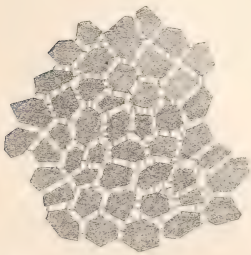


Fig. 62. Vergr. 200 mal. Abdruck der oberen Oberhaut des Blattes von *Pistacia lentiscus* auf einem Mastixkorn. Tiefe Einstellung.

Fig. 63. Vergr. 200 mal. Abdruck der oberen Oberhaut des Blattes von *Pistacia lent.* auf einem Mastixkorn. Hohe Einstellung.

des Mastixbaumes auf Blättern desselben erstarren. Wahrscheinlich liegen die Blätter, auf welchen die Harztropfen erstarren, am Boden, unterhalb der Laubkrone, ob zufällig oder um zu verhindern, daß die Harztropfen auf der Erde erstarren, was zu starker Verunreinigung des Sammelproduktes führen würde, bleibt einstweilen dahingestellt.

In der Härte steht der Mastix zwischen Dammar und Sandarak. Nach Pfaff beträgt die Dichte des Mastix 1,04, nach Schrötter und

Brisson 1,07[1]). Die frische Bruchfläche des Harzes ist muschelig und glasglänzend. Beim Kauen bildet er eine teigige Masse. In warmem Azeton ist Mastix vollkommen löslich, die Lösung dreht nach rechts (Flückiger). In Alkohol ist Mastix nur teilweise, in Äther, Chloroform und Chloralhydrat vollkommen löslich[2]). — Nach Johnston[3]) schmilzt der Mastix bei 100° C.; nach Schrötter[4]) erweicht er bei 80° und schmilzt unter beginnender Zersetzung zwischen 105 bis 120° C.

Nach Henkel[5]) kommt von Afghanistan und Belutschistan eine geringe Mastixsorte von Bombay aus auf den Londoner Markt, welche von *Pistacia Khinjuk* und *P. cabulica* abstammt. Die besten Sorten dieses Bombaymastix sehen wie echter Mastix aus und lösen sich gleichfalls in warmem Azeton; die Lösung dreht gleich der Lösung des echten Mastix nach rechts. Dieser Mastix wird in Indien benutzt und heißt daselbst »Mustagirumi«. In Nordafrika wird auch das mastixähnliche Harz der *Pistacia Terebinthus var. atlantica* gesammelt und wie echter Mastix als Kauharz verwendet[6]). — Farbloser Mastix gilt als die beste, stark gelb gefärbter als geringste Sorte. Geschätzt ist auch der grüne Mastix. Eine charakteristische Verfälschung des Mastix wurde von mir im Wiener Handel beobachtet; es war dies nämlich ein »grüner Mastix«, welcher durch Färbung von stark gelbem Mastix mittelst Indigolösung erhalten wurde. Das Gelb des Mastix mischte sich mit dem Blau zu einem schön aussehenden Grün, wie ich es in dieser Intensität niemals am echten Mastix bemerkte.

Chemische Beschaffenheit des Harzes. Hlasiwetz[7]) zählt Mastix mit den Koniferenharzen zu den Terpenabkömmlingen. Der größte Teil des Mastix löst sich in Weingeist (0,830 spezifisches Gewicht) und besitzt sauere Eigenschaften, während der in Alkohol unlösliche Rückstand indifferenter Natur ist.

Warmes Azeton uud Äther lösen das Harz vollständig, reichliche Mengen desselben werden von Schwefelkohlenstoff, Amylalkohol, Terpentinöl und Nelkenöl aufgenommen.

---

1) Fortsetzung von Gmelins Handbuch usw. **6,** 2, p. 1826.

2) Mauch, l. c., p. 63.

3) Phil. Trans. 1889, p. 132.

4) Poggendorffs Annalen **59,** p. 68.

5) Henkel, Die Naturprodukte und Industrieerzeugnisse im Welthandel. Erlangen 1868.

6) Über das Gummiharz von *Schinus molle*, welches auch amerikanischer Mastix genannt wird, s. oben p. 224.

7) Hlasiwetz, Liebigs Annalen **143** (1867), p. 342.

Der von Tschirch und L. Reutter[1]) untersuchte Mastix war bester Handelsmastix aus Chios, und zeigte gegenüber Lösungsmitteln nachfolgendes Verhalten: fast ganz löslich in Petroläther, Azeton, Amylalkohol, vollständig löslich in Essigäther, Chloroform, Äther, Benzol, Toluol, Xylol, Chloralhydrat (80 Proz.), teilweise löslich in Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Methyl- und Äthylalkohol, unlöslich in Wasser.

Mastix gibt bei der Destillation 1—2 Proz. ätherisches Öl[2]), das eine farblose, kräftig balsamisch[3]) riechende Flüssigkeit ist und als Hauptbestandteil d-Pinen enthalten dürfte. Der Siedepunkt des Öls ist bei 155—160°, das spezifische Gewicht beträgt 0,858—0,868; $\alpha_D = +22$ bis $+28°$.

Johnston[4]) unterschied A-Harz 80—90 Proz. (Mastixsäure $C_{20}H_{32}O_2$), in kaltem Weingeist löslich, und B-Harz 10—20 Proz. (Mastizin $C_{20}H_{32}O$), in kaltem Weingeist unlöslich.

E. Reichardt[5]) hat altes und neues Mastixharz, welche in ihren Eigenschaften voneinander abweichen, mit Benzin behandelt. Dieses Lösungsmittel nimmt von beiden Harzen Substanzen auf, welche bei der Elementaranalyse fast gleiche Zahlen geben, die auf die Formel $C_{10}H_{16}O$ hinweisen. Die in Benzin unlöslichen Fraktionen zeigen verschiedene Zusammensetzung.

Sobald der in Benzin lösliche Teil des Harzes eingetrocknet längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt ist, wird er rissig und spröde und bei dessen Behandlung mit Benzin hinterbleibt in sehr verschiedener Menge, je nach der Dauer und Stärke der Oxydation, wieder der in Benzin unlösliche Teil.

Nach Reichardt lassen sich diese beiden Modifikationen des Mastixharzes auf die oxydierende Wirkung der Luft zurückführen.

Wenn Mastix mit viel Wasser ausgekocht wird, so erhält man eine bittere, sauer reagierende Flüssigkeit, die durch Gerbsäurelösung stark getrübt wird. —

Der von Tschirch und Reutter[6]) untersuchte Handelsmastix aus Chios hatte nachstehende prozentische Zusammensetzung:

---

1) Tschirch und L. Reutter, Archiv der Pharm. **242** (1904), p. 105.

2) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, p. 650.

3) Bericht von Schimmel & Co. April 1893, p. 64.

4) Johnston, Philosophical Transactions of the Society of London. 1839, p. 120.

5) E. Reichardt, Archiv d. Pharmazie **26** (1888), p. 154—163; auch in den Berliner Berichten **21** (1888), Ref., p. 301.

6) Tschirch und O. Reutter, l. c., p. 110.

I. Freie Harzsäuren.

α-, β- Mastizinsäure (amorph) $C_{23}H_{36}O_4$. 4,0 Proz.

Mastikolsäure (krist.) $C_{23}H_{36}O_4$ . . . 0,5 »

α-, β- Mastikonsäure (amorph) $C_{32}H_{48}O_4$ { 20,0 » / 18,0 »

II. Resene.

α-Mastikoresen $C_{35}H_{56}O_4$ . . . . . 30,0 »

β-Mastikoresen (Mastizin) . . . . . 20,0 »

III. Ätherisches Öl . . . . . 2,0 »

IV. Bitterstoff, Verunreinigungen usw. . . 5,5 »

100,0 Proz.

»Die Säuren sind einbasisch. Mastix ist ein Resenharz. Johnstons A-Harz oder Mastixsäure enthält die oben genannten fünf Säuren und das in Alkohol lösliche α-Mastikoresen, sein B-Harz oder Mastizin ist unreines β-Mastikoresen.« (Tschirch, Reutter.)

Das aus dem Mastix (Chios) hergestellte ätherische Öl ist hellgelb und riecht etwas kampferartig.

Der echte Chios-Mastix kommt über Triest, Marseille und London in den europäischen Handel und wird medizinisch, als Räuchermittel, ferner in der Lack- und Firnisfabrikation verwendet. Auch dient er zur Erzeugung von Kitten (Mastixkitt). Unter anderem wird der Mastix stark zur Herstellung von Firnis für Holzvergoldung und in neuester Zeit als Zusatz zu photographischem Negativlack und als Decklack bei der Zinkätzung von Autotypien im Reproduktionsverfahren benutzt. Die geringen Sorten dienen im Orient zur Herstellung eines alkoholischen Getränkes (Mastiki, Raky). Mastix ist ein seit alters her bekanntes Kauharz[1]). Die jährliche Mastixproduktion beläuft sich auf durchschnittlich 125 000 kg. Die in neuester Zeit wachsende Nachfrage infolge gesteigerten Verbrauchs bildet den Impuls zu größerer Produktion, welche sich aber doch in engen Grenzen gehalten hat, während eine auffällige Preissteigerung eintrat. Vom Jahre 1903 bis 1912 ist der Preis von 100 kg von 280 Mk. fast kontinuierlich bis 495 Mk. gestiegen.

Historisches. Mastix ist, wie die Schriften des Theophrast, Dioscorides und Plinius lehren, den alten Griechen und Römern bekannt gewesen. Eine große Bedeutung hatte er als wertvolles Handels-

1) In Griechenland werden außer Mastix noch andere Harze gekaut, ja selbst das bassorinreiche Gummi von *Atractylis gummifera* (s. oben p. 98), welches nach Landerer (Über den Akantomastix des Orients, Buchners Repert., 1874, p. 437) auch zur Verfälschung des Mastix benutzt werden soll.

produkt (Medizinalware) im Mittelalter[1]). Technisch ist er erst in diesem Jahrhundert in den Vordergrund getreten, wenngleich dieses Harz auch schon im Mittelalter als Bilderfirnis Verwendung gefunden hat.

12. Sandarak.

Der Sandarak (Sandaraque, Sandarach; Resina Sandaraca der Pharmakopöen) kommt größtenteils aus den nordwestafrikanischen Gebirgen, besonders von Algier und aus dem südlichen Marokko[2]) in den Handel, woselbst er als terpentinartige Masse teils freiwillig, teils nach erfolgtem Anschneiden aus den Stämmen und Ästen der *Callitris quadrivalvis*[3]), einer bis 6 m hohen, im nördlichen und nordwestlichen Afrika einheimischen Konifere, ausfließt und alsbald erhärtet.

Eine in Südaustralien vorkommende verwandte Konifere, *Callitris Preissii*, liefert dort ein dem Sandarak sehr nahekommendes Harz, welches unter dem Namen Pine gum in Paris im Jahre 1867 ausgestellt war und wohl schon Handelsgegenstand ist.

Über die Entstehung dieses Harzes ist nur wenig bekannt. Nach einigen Beobachtungen, welche ich an abgeschnittenen Stammstücken von *Callitris quadrivalvis* anstellte, entsteht es in der Rinde und ist wohl kaum als Produkt der chemischen Metamorphose von Geweben anzusehen[4]).

Später hat Moeller den anatomischen Bau der Rinde von *Callitris quadrivalvis* untersucht und gefunden, daß die Harzgänge dieses Baumes in der Innenrinde entstehen und tatsächlich schizogener Natur sind. Die junge Innenrinde besteht aus einem Siebteil, dessen Elemente mit Kristallsand in den Wänden vollgepfropft sind und in tangentialen Reihen dünnwandige, verholzte Fasern führen. Die schizogenen Harzgänge entstehen in der Innenrinde in großer Zahl; sie sind anfangs kugelförmig, später aber breiten sie sich stark in vertikaler Richtung aus. Schon an 0,6 mm starken Stämmen bildet sich Borke[5]). In Übereinstimmung mit Moeller findet Tschirch[6]), daß der Sandarak in schizogenen Harz-

1) Ausführlich behandelt die interessante Geschichte des Mastix Flückiger (Pharmakognosie, 3. Aufl., p. 117 ff.). Siehe auch Beckmann, l. c., Bd. I (1794), p. 573 ff.

2) Dürkop, Tropenpflanzer, Bd. VII (1903), Beiblätter, p. 180.

3) Früher hielt man den Sandarak für das Harz von *Juniperus communis* oder *oxycedrus*. Erst Broussonet (Desfontaines, Flora Atlantica, p. 353 machte die Stammpflanze ausfindig.

4) Rohstoffe, 1. Aufl., p. 111.

5) Moeller, Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882, p. 17. — Nach N. J. C. Müller sollen hingegen in der Rinde des Sandarakbaumes lysigene Harzgänge vorkommen. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. V, p. 17 des Separatabdruckes. S. auch Flückiger, l. c., p. 108.

6) Harze und Harzbehälter, 2. Aufl. (1906), I, p. 526.

kanälen der Rinde entsteht. Das Holz dieses Baumes ist frei von Harzgängen.

Der Harzsaft fließt schon bei geringen, spontan entstehenden Verletzungen der Rinde aus, doch werden überall, wo das Harz gesammelt wird, Stamm oder Äste angeschnitten, wodurch eine größere Ausbeute an Harz erzielt wird.

Der im Handel erscheinende Sandarak besteht aus rundlichen Körnern von 0,5—1,5 cm im Durchmesser oder länglichen, häufig stalaktitischen Massen, welche eine Länge bis 3,5 cm erreichen. Die besten ausgelesenen Sorten bestehen aus durchsichtigen Tränen von weißgelber Farbe. Die gewöhnlichen Sorten haben eine gelbliche Farbe und neigen oft in ein lichtes Rötlichbraun. Wasserhelle Stücke sind selten[1]). Die Oberfläche der Körner erscheint häufig wie mit einem weißen Staub überdeckt; aber auch hier wird, wie beim Mastix (vgl. oben p. 308), diese Oberflächenbeschaffenheit nicht durch Abreibung, sondern teils durch eigentümliche Oberflächenbildung bei Erstarrung des Harzes, teils durch starke Zusammenziehung der äußeren Partien der bereits erstarrten Harzkörner hervorgerufen. Der Sandarak gleicht in der Härte dem Kauriekopal, ist härter als Mastix, ritzt diesen und auch Fraueneis. Die Dichte beträgt nach Brisson[2]) 1,092, nach Pfaff[3]) 1,05, nach Flückiger[4]) 1,066. Die frischen, schwach muschelig gewölbten Bruchflächen sind glasglänzend. Beim Kauen bildet der Sandarak ein feines, nicht an den Zähnen haftendes Pulver und unterscheidet sich hierdurch sehr auffällig von dem ihm im Aussehen sehr nahestehenden Mastix, der sich beim Zerkauen in eine teigige Masse verwandelt. Er hat nur einen sehr schwachen, aromatischen Geruch und einen bitteren Geschmack.

Der Sandarak von *Callitris Preissii* besteht aus längeren und dickeren Körnern als das Harz von *Callitris quadrivalvis*. Er riecht angenehm balsamisch, stimmt aber in den übrigen äußeren und physikalischen Eigenschaften genau mit afrikanischem Sandarak überein[5]). —

1) In manchen Sorten von Sandarak hat man, wie in Bernstein und Kopal, Insekteneinschlüsse gefunden, besonders schön erhaltene Ameisen (Vogl, l. c., p. 448).

2) Fortsetzung von Gmelins Handbuch **4**, 2, p. 1831.

3) Ebenda.

4) Pharmakognosie, 1. Aufl., p. 60. In der 3. Aufl., p. 109 ist als Dichte 1,666 angegeben, welcher Wert in andere Werke übergegangen ist (s. z. B. Vogl, l. c. p. 448), aber wohl auf einem Druckfehler zu beruhen scheint. Eine in meinem Laboratorium von Prof. Karl Linsbauer vorgenommene Bestimmung der Dichte eines alten, jahrelang gelagerten Sandarak gab den Wert 1,07.

5) Nach P. Maiden (Pharm. Journ. and Transact., T. 22, p. 362) sollen noch einige andere australische *Callitris*-Arten (*C. verrucosa* und *cupressiformis*) Sandarak liefern. Später (Amer. Pharm. Journ., 1895) nannte derselbe noch folgende australische *Callitris*-Arten als sandarakliefernd: *C. Macleyana*, *Parlatorei*, *columellaris*, *Mueller i* und *calcarata*.

Chemische Beschaffenheit des (afrikanischen) Sandarak. Sandarak löst sich vollständig in 96proz. Alkohol, ferner in Äther, Amylalkohol, Azeton und ätherischen Ölen, wie Kümmelöl; sehr wenig wird er von Benzol, Toluol, Xylol, Chloroform und Petroläther aufgenommen. Kochender Schwefelkohlenstoff löst bis 30 Proz. des Harzes. Die Lösung in konzentrierter Schwefelsäure ist kirschrot gefärbt und läßt beim Verdünnen mit Wasser violette Blättchen ausfallen. Sandarak löst sich auch vollständig in 0,5- bis 1proz. Kalilauge. Über die Löslichkeitsverhältnisse des Sandarak s. Hirschsohn[1]), Flückiger[2]), besonders Tschirch und Balzer[3]).

Das durch Lösen in Alkohol und nachheriges Eingießen in Wasser gereinigte Harz bildet ein weißes geruchloses Pulver, das von denselben Lösungsmitteln aufgenommen wird wie das Rohharz.

Sandarak enthält weder Ester noch indifferente Körper, sondern besteht hauptsächlich aus zwei freien Säuren, der Sandarakolsäure $C_{44}H_{64}O_4(OH)COOH$, einer weißen kristallinischen, bei 140° schmelzenden Substanz und der Kallitrolsäure $C_{64}H_{82}O_5(OH)COOH$, die farblose, bei 248° schmelzende Prismen von Sargdeckelform bildet.

Beide Säuren sind in Alkohol, Äther, Azeton, verdünnter Kalilauge löslich, werden aber nicht aufgenommen von Benzol, Toluol, Petroläther und Chloroform. Kallitrolsäure ist in konzentrierter Kalilauge löslich, während Sandarakolsäure darin unlöslich ist.

Nach Tschirch und Balzer enthält Sandarakharz etwa 1,3 Proz. ätherisches Öl, das durch Wasserdampfdestillation gewonnen wurde. Das Sandarakharzöl hat eine bräunliche Farbe und einen angenehmen aromatischen, an Tannenduft erinnernden Geruch, wird in der Kälte dickflüssig und scheidet dann einen stearoptenartigen Körper ab.

Der im Sandarak enthaltene Bitterstoff läßt sich mit Wasser ausziehen. Durch Ausschütteln des letzteren mit Äther gewinnt man ein hellgelbes, stark bitter schmeckendes Pulver, welches nicht kristallisiert erhalten werden konnte und dessen Konstitution noch nicht aufgeklärt ist.

Tschirch und M. Wolff[4]) haben den Sandarak einer erneuten Untersuchung unterzogen und konnten aus demselben eine amorphe, bei 186—188° unter Zersetzung schmelzende Substanz, die Sandarazinsäure $C_{22}H_{34}O_3$, sowie einen bei 265—275° sich zersetzenden Körper, die Sandarazinolsäure $C_{24}H_{36}O_3$, isolieren.

---

1) Hirschsohn, Archiv d. Pharm. **11** (1877), p. 62.
2) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl. Berlin 1891, p. 109.
3) Tschirch und Balzer, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 289.
4) Tschirch und Wolff, Archiv d. Pharm. **244** (1906), p. 684.

Eine durch Bleiazetat nicht fällbare Säure, die Sandarakopimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$, wurde in langen, bei 170° schmelzenden Kristallnadeln erhalten, und es ließ sich nachweisen, daß diese Säure mit der Henryschen[1]) ebenfalls aus dem Sandarak gewonnenen i-Pimarsäure $C_{20}H_{30}O_2$ identisch ist.

Das im Harze zu etwa 3,3 Proz. enthaltene Sandarakoresen $C_{22}H_{36}O_2$ ist löslich in Alkohol, Äther, Azeton, Benzol, unlöslich in Petroläther und Alkalien.

Über das Harz von *Callitris Preissii* (australischer Sandarak) liegen einige Konstantenbestimmungen von K. Dieterich[2]) vor.

Henriques[3]) und K. Dieterich[4]) fanden Sandarak mit Kolophonium verfälscht.

Der (afrikanische) Sandarak wird hauptsächlich von Mogador aus verschifft; geringer sind die von anderen marokkanischen Häfen (Casablanca und Mazagan) ausgeführten Mengen dieses Harzes. Von den marokkanischen Häfen kommt er vorzugsweise über Triest und Marseille in den europäischen Handel. Für den deutschen Handel ist Hamburg der Hauptplatz, wohin er aus Mogador kommt[5]).

Der Sandarak dient in der Bereitung von Firnissen, u. a. zu Firnis für Holzvergoldung, als Zusatz zu anderen Firnissen, um diesen Härte und Glanz zu geben, als Zusatz zu Kitten (z. B. zum Kitt für Wasserleitungsröhren) und vielfach zu photographischen Zwecken (als Kalt- und Warmlack, als Mattlack zur Retouche photographischer Negative und als Überzug von Glastafeln als Ersatz mattgeätzter Glastafeln), er bildet, gepulvert, das Radierpulver; auch wird er medizinisch benutzt.

Geschichtliches. Sandarak dürfte im Altertum bereits bekannt gewesen sein, wenngleich unter diesem Worte auch andere Körper zu verstehen waren (z. B. bei Aristoteles Realgar). Aber im Anfange unserer Zeitrechnung (z. B. bei Dioscorides) taucht er bereits bestimmt auf. Im Mittelalter war Sandarak nicht nur Medizinaldroge, sondern stand auch zur Bereitung von Firnis[6]) für Bilder usw. in Verwendung.

---

1) Henry, Chemical Investigation of the constituents of Sandarac resin. Dissert. London 1901.

2) K. Dieterich, Analyse der Harze, p. 177.

3) Henriques, Chemische Revue **6** (1899), p. 200.

4) K. Dieterich, Chemische Revue, l. c.

5) Gehe, Handelsbericht. Dresden, September 1892.

6) Sandarak führte früher auch den Namen vernix, aus welchem sich das Wort Firnis ableitet. Im Anfange des XVIII. Jahrhunderts hat man den Sandarak »trockenen Firnis« genannt. S. Adelung, Grammatisch-kritisches Wörterbuch. Bd. II (1808), p. 166.

13. Dammar[1]).

Obgleich das Wort »Dammar« oder »Damar«[2]) ein Kollektivausdruck für zahlreiche indische Harze ist, so bezeichnet man doch im europäischen Handel als Dammar schlechthin (oder als Dammarharz, Resina Dammar) ein ganz bestimmtes, sowohl durch seine physikalischen Eigenschaften, als durch seine chemische Beschaffenheit ausgezeichnetes Harz, das eben so einen spezifischen Charakter an sich trägt, wie etwa Mastix oder Sandarak. Eine Verwechslung des Dammar mit einem anderen Harz ist bei Beachtung der naturhistorischen und chemischen Eigenschaften ganz ausgeschlossen.

---

1) Ich bespreche die Frage der Abstammung des Dammar ausführlicher, als es sonst bei der Erörterung der botanischen Provenienz eines Rohstoffes in diesem Werke Regel ist, weil die fast durchgängig in der Literatur zu findenden Angaben über Ableitung des Dammar von der Stammpflanze, sofern sie sich nicht schon auf meine in der 2. Aufl. mitgeteilten Untersuchungen stützten, auf groben Irrtümern beruhen, welche einer Korrektur dringend bedürftig sind. Während meines Aufenthaltes in Indien (Winter 1893—94) hatte ich Gelegenheit, mich von der Unrichtigkeit der herrschenden Ansicht zu überzeugen und einen Beitrag zur Kenntnis des wahren Sachverhaltes zu liefern. (Über die Abstammung des Dammar. Jubelnummer der Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1896, Nr. 1.) Meine diesbezüglichen, selbstgesammelten Erfahrungen sind, neuerlich gesichtet und auf Grund eingeholter Erkundigungen erweitert, oben wiedergegeben.

2) Die malayische Bedeutung des Wortes Dammar habe ich nach Angaben der indischen Floristen (namentlich Miquel) sowohl in meinem Buche über Gummi und Harze (1869) als in der ersten Auflage dieses Werkes (1873) erörtert. Das Wort Dammar wird entweder als Ausdruck für Harz oder für Licht gebraucht. Alle jene Harze, welche als Leuchtstoffe dienen, werden im Malayischen Dammar genannt.

Um seitens eines Fachmannes sichere Auskunft über die Bedeutung des Wortes Dammar zu erhalten, wendete ich mich an meinen Kollegen, Herrn Prof. Friedrich Müller, den inzwischen verstorbenen Vertreter der vergleichenden Sprachforschung an unserer Universität. Seiner Gefälligkeit verdanke ich folgende Aufklärung: Die ursprüngliche Bedeutung des Wortes Dammar ist Baumharz. Da die meisten Arten des Baumharzes zur Erzeugung von Fackeln gebraucht werden, so wurde das Wort auch gleichbedeutend mit Fackel. Im Javanischen dient »Dammar« zur Bezeichnung von Licht oder Lampe.

Mehr als Kuriosum als der Vollständigkeit halber sei noch angeführt, daß Moszkowski (Notizblatt des Berliner Bot. Gartens, 1908, p. 80) eine andere Erklärung für das Wort Dammar als Bezeichnung für Dammarharz zu geben versucht. Er leitet Dammar von dem Worte Damar-Damar ab, womit jene Insekten (Hymenopteren) bezeichnet werden, welche angeblich die Verursacher der Harzausscheidung sind. Diese Insekten sollen die Dammarbäume bis ins Mark hinein anbohren und aus den so gebildeten Gängen soll das Harz ausfließen.

Eine sehr reichhaltige Sammlung von auf Java und überhaupt in Niederländisch-Indien benutzten und als Dammar bezeichneten Harzen enthält das botanische Museum zu Buitenzorg auf Java. Herr Prof. Tschirch hat in seinem Werke »Indische Heil- und Nutzpflanzen« (Berlin 1892), p. 129 f., die Harze der Buitenzorger Sammlung mit Angabe der Stammpflanze namhaft gemacht.

Da dieses Harz eine ausgedehnte technische Verwendung findet und auch medizinisch benutzt wird (Pharm. Austr. Germ., Ross.), so bildet es einen nicht unerheblichen Handelsartikel.

Die Abstammung des Dammar ist erst in neuester Zeit festgestellt worden.

Vor einigen Dezennien nahm man als vollkommen sicher an, daß dieses Harz von *Dammara orientalis Lamb. (= Dammara alba Rumph. = Agathis loranthifolia Salisb. = Agathis Dammara Rich.)*, der Dammarfichte oder Dammartanne, welche auf Java, Sumatra, Celebes und Borneo, ferner auf den Molukken und Philippinen vorkommt, abstamme. Dieser allgemein verbreiteten, aber, wie sich gleich zeigen wird, unrichtigen Meinung folgte auch ich sowohl in meinem Buche über Gummi und Harze, als auch in den »Rohstoffen«, der ersten Auflage dieses Werkes. So hat, um eine große Autorität auf dem Gebiete der Pharmakognosie zu nennen, A. Vogl in seinem klassischen Kommentar zur österreichischen Pharmakopöe auch in der letzten von ihm redigierten Ausgabe[1] *Agathis loranthifolia* als Stammpflanze der Resina Dammar angeführt. Selbst Tschirch, welcher im Winter 1888—89 Indien bereiste, führt *Dammara alba* als Stammpflanze des Dammar an[2].

Die ersten Zweifel an der Richtigkeit der Herleitung des Dammarharzes wurden in mir durch eine interessante Schrift von H. van Heurck[3] wachgerufen, in welcher als Stammpflanze des Dammar eine indische Juglandee, *Engelhardtia spicata Bl.*, angeführt wird[4]. A. Vogl bemerkt (l. c.), daß die Pharm. Germ. auch *Hopea micrantha Hook.* und *Hopea splendida de Vriese* als Stammpflanzen des Dammar anführe, und fügt sehr richtig hinzu: »Daß das Harz dieser Bäume jenem der Dammarfichten gleichkommen sollte, ist kaum anzunehmen.« Marmé führt in seinem Lehrbuch der Pharmakognosie[5], das einen Kommentar zur Pharm. Germ. repräsentiert, an, daß Resina Dammar teils von *Dammara alba*, teils von den beiden eben angeführten Dipterocarpeen

1) Wien 1892.

2) l. c., p. 129. In seiner gemeinschaftlich mit G. Glimmann ausgeführten chemischen Untersuchung des Dammarharzes (Schweizerische Wochenschrift für Chemie und Pharmazie, 1896, Nr. 51), welche monatelang nach meinem oben genannten Aufsatz erschien, halten die Autoren es für wahrscheinlicher, daß das von ihnen untersuchte Harz von einer Dipterocarpee als von einer Konifere abstamme.

3) Notions succintes sur l'origine et l'emploi des drogues simples. Bruxelles 1876, p. 108.

4) In Miquels Flora von Nederl.-Indië (Suppl. I, p. 346) wird nur eine Spezies dieser Gattung, *Engelhardtia palembanica Miq.*, genannt. Es wird a. a. O. nicht angegeben, ob dieser Baum ein Harz liefere. Was es mit der Herleitung des Dammar von einer Juglandee für eine Bewandtnis habe, wird weiter unten auseinandergesetzt werden.

5) Leipzig 1886, p. 445.

abstamme. Moeller sagt in seiner Pharmakognosie[1]: »Als Stammpflanzen des indischen Dammar werden angegeben Arten von *Dammara*, *Hopea* und *Engelhardtia*«.

Auf welche Quellen sich die Herleitung des Dammar von den beiden *Hopea*-Arten bezieht, konnte ich nicht eruieren[2]. In Miquels Werken über die indische Flora, wo man die betreffenden Daten am ehesten vermuten sollte, habe ich nichts gefunden, auch nicht in der klassischen Bearbeitung der indischen Dipterocarpeen von W. Burck[3]. So viel ist aber doch für unsere Frage aus der Abhandlung Burcks zu entnehmen, daß die oben genannte, von de Vriese aufgestellte *Hopea splendida* gar keine einheitliche Spezies repräsentiert; vielmehr ist die de Vriesesche Pflanze auf mehrere Spezies der Gattung *Shorea* zurückzuführen[4].

Eine sehr ausführliche literarisch-kritische Untersuchung über die Abstammung des Dammar hat Carl Müller[5] geliefert, in welcher auf alle jene in der Literatur genannten Pflanzen, welche Dammar im Sinne der Malayen liefern, hingewiesen und gezeigt wird, daß hierzu Gewächse aus den Familien der Koniferen, Dipterocarpeen und Burseraceen gehören. So sorgfältig und kritisch C. Müller bei seinem Versuche, die Stammpflanze des Dammar der Pharmakopöen ausfindig zu machen, vorging, so gelangte er doch aus Mangel an einem materiellen Substrate zu einem ganz falschen Resultate, indem er am Schlusse seiner Abhandlung sagt: »Als Stammpflanze des Dammar (Pharm. Germ. III) ist in erster Linie *Agathis Dammara Rich.* zu nennen«. Und später: »Am empfehlenswertesten wäre die Fassung des Artikels Dammarharz (in Pharm. Germ.): Resina Dammar — Dammarharz. Von *Agathis Dammara C. L. Rich.* stammende, gelblichweiße . . . Harzstücke.«

Trotz des Aufwandes an Fleiß und Gelehrsamkeit ist also C. Müller in den alten Irrtum verfallen, den Dammar (s. st.) von einer Konifere abzuleiten, von einem Baume, welcher ein ganz anderes Harz liefert, das, wie sich gleich herausstellen wird, mit dem Kaurieharz am meisten übereinstimmt und nach unserer heutigen Systematik der Rohstoffe in die Kategorie der Kopale (Manila-Kopal, s. diesen) zu stellen ist.

Während meines Aufenthaltes auf Java habe ich u. a. auch die Abstammung des Dammar aufzuklären getrachtet. Das Ergebnis meiner

1) Wien 1889, p. 395.

2) Hierüber fand ich später Aufklärung in der unten genannten Schrift von Carl Müller.

3) Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Vol. VI. Leide 1887.

4) Burck, l. c., p. 237. Die de Vriesesche Spezies *Hopea splendida* umfaßt die gut charakterisierten Arten: *Shorea Martiana Scheff.* und *S. stenoptera Burck.*

5) »Über Dammar und dammarliefernde Pflanzen.« Berichte der Berliner Pharmazeutischen Gesellschaft. Bd. I (1891), p. 363—382. Bei Niederschrift meines oben genannten Aufsatzes war mir C. Müllers Abhandlung nicht bekannt.

Studien war aber zunächst ein negatives, sofern ich mich nämlich davon überzeugte, daß das Harz der Dammartannen *(Dammara orientalis Lamb.)* in den wesentlichsten Eigenschaften den Harzen der australischen Dammar- oder Kopalbäume *(Dammara australis Lamb.* = Kauriefichte und *D. ovata C. Moore)* am meisten nahekommt.

Wie Miquel[1]) angibt, fließt das Harz der *Dammara orientalis* in großen Massen aus den Stämmen hervor, oft massige Klumpen bildend, wird häufig durch die Flüsse fortgeführt und sammelt sich an den Ufern nicht selten in felsblockartigen Massen an. Daher denn auch der Name Dammar batu. Batu bedeutet im Malayischen Stein oder Fels; also wäre Dammar batu als Felsenharz (oder genauer: felsartig aussehendes Harz) zu übersetzen. Ich besitze derartigen Dammar batu von mehreren Orten Holländisch-Indiens, namentlich schöne Stücke aus Batjan (Molukken). Alle von *Dammara orientalis* stammenden Harze unterscheiden sich schon dadurch auffällig von Resina Dammar, daß sie selbst nach langer Aufbewahrung einen starken balsamischen Geruch besitzen, welcher sehr an den Geruch des Terpentins erinnert. Dieser Geruch kommt an allen, selbst jahrelang gelagerten Stücken besonders stark durch Reiben auf der flachen Hand zum Vorschein, während Resina Dammar selbst beim Reiben fast ganz geruchlos ist. Aber auch in allen anderen Charaktereigenschaften, welche unten beschrieben sind, unterscheidet sich das Harz der Dammartannen von Resina Dammar und stimmt in den wesentlichen Eigenschaften mit dem Harze von *Dammara australis* und *Dammara ovata*, also mit dem Kauriekopal (auch australischer Dammar genannt) und mit dem neukaledonischen Kopal überein[2]).

Auf der Rückreise von Java nach Europa hielt ich mich durch kurze Zeit in Padang auf Sumatra auf, wo ich, so gut es anging, Nachforschungen über den Dammar anstellte. In den Magazinen des großen Kaufhauses Gebroeders Veth fand ich bedeutende Lager von Resina Dammar. Mein Wunsch, die Stammpflanze dieses Harzes zu sehen, konnte nicht erfüllt werden, da die betreffenden Bäume tief im Innern von Sumatra sich befinden, ich aber knapp vor meiner Abreise nach Europa, die ich nicht weiter verschieben konnte, stand. Meine Bitte um Laubsprosse, Blüten und Früchte des Dammarbaumes wurde wenigstens zum Teil erfüllt. Denn bald nach meiner Rückkehr nach Europa erhielt ich von Herrn Veth jun. zunächst Laubsprosse und ein junges Exemplar des Dammarbaumes, später auch Früchte. Schon das Laub lehrte, daß der Dammarbaum keine Juglandee sein konnte, da die übersendeten Laubsprosse einfache, die Juglandeen hingegen gefiederte

1) Flora von Nederl. Indië **2**, p. 1070 und Suppl. **1**, p. 86, Vol. VI.
2) S. unten im Kapitel Kopal bei Manila-Kopal.

Blätter besitzen[1]). Der anatomische Bau der Vegetationsorgane lehrte mit aller Bestimmtheit, daß die sumatraner Pflanze einer Dipterocarpee angehöre. Die systematische Bestimmung auf Grund anatomischer Charaktere konnte um so leichter durchgeführt werden, als Burck (l. c.) die anatomischen Verhältnisse der Dipterocarpeen auf das eingehendste studierte, ja sogar die anatomischen Charaktere der Vegetationsorgane zur Begrenzung der Gattungen zu benutzen versuchte[2]).

Auf Grund der anatomischen Charaktere, welche Burck zur Bestimmung der Dipterocarpeengattungen benutzte (Bau der Internodien, Zahl der im Mark auftretenden Harzgänge, Bau des Blattstieles) bildete ich mir die Ansicht, daß der Dammarbaum zur Gattung *Hopea*, in der dieser Gattung von Burck gegebenen Begrenzung, gehöre, obgleich ich mir nicht verhehlen konnte, daß einzelne den Blattstiel betreffende anatomische Kennzeichen, welche Burck rücksichtlich der Gattung *Hopea* fordert, an der fraglichen Pflanze nicht zu finden waren[3]).

Da ein ausreichender Vergleich der genannten Laubsprosse mit dem Material des sonst so reichen Wiener Hofherbariums nicht zu bewerkstelligen war, sandte ich die Laubsprosse zunächst an Dr. Stapf nach Kew. Kew besitzt wohl die reichste Sammlung der bisher beschriebenen Dipterocarpeen. Nach eingehendstem Vergleiche der Padanger Pflanze

---

1) Die von van Heurck und späteren versuchte Herleitung des Dammar von einer Juglandee (*Engelhardtia*) erklärt sich aus dem Umstande, daß Blume eine harzliefernde Dipterocarpee anfänglich als eine *Engelhardtia* auffaßte und zu den Juglandeen stellte. Nachdem er seinen Irrtum erkannte, beschrieb er die Pflanze als *Shorea selanica* (Dipterocarpee).

2) Über die Anatomie der Dipterocarpeen s. auch Pierre, »Flore forestière de la Cochinchine«. Paris 1894.

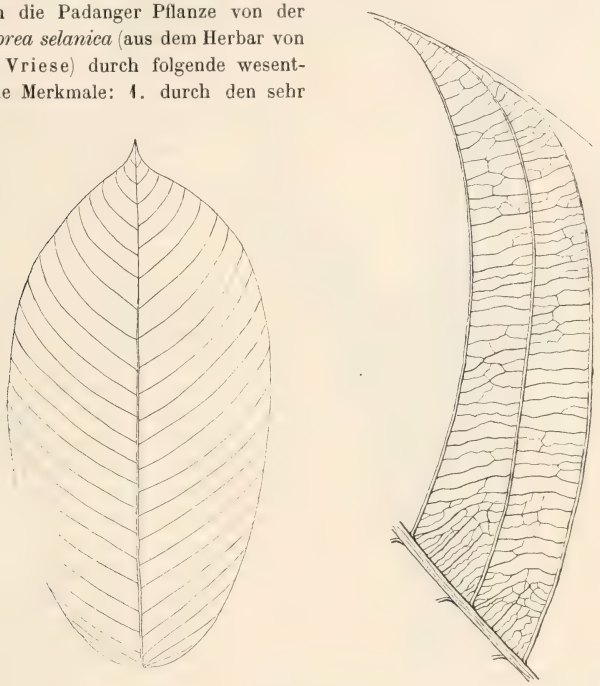
3) Nach dem Burckschen, auf anatomische Verhältnisse basierten Gattungsschlüssel der Dipterocarpeen sind die Harzgänge im Mark der Dipterocarpeen folgendermaßen verteilt:

Ein Harzgang im Mark des Stammes (am Grunde des Internodiums) . . . . . *Dryobalanops*
Drei Harzgänge im Mark des Stammes (am Grunde des Internodiums) . . . . . *Hopea*
Zahlreiche Harzgänge im Mark des Stammes (am Grunde des Internodiums) . . . . *Shorea* und andere Gattungen

Am Grunde des Internodiums kommen im Mark unserer Pflanze gewöhnlich drei Harzgänge vor, seltener vier, fünf oder sogar sechs, was auch im Verlaufe des Internodiums zu beobachten ist.

Ich habe in der oben genannten Abhandlung, da ich damals tatsächlich nur drei Harzgänge am Grunde des Internodiums im Mark gesehen habe, unseren Baum für eine *Hopea* gehalten. Die Untersuchung der mir viel später zugekommenen Früchte bewies aber, daß der sumatranische Dammarbaum der Gattung *Shorea* angehöre, was auch mit dem Ergebnis der nachträglichen anatomischen Untersuchung der Anatomie des Stammes im Einklange steht.

(Laub) mit dem genannten reichen Material kommt Dr. Stapf zu dem Resultate, daß sich die Padanger Pflanze mit keiner der in Kew enthaltenen Dipterocarpeen identifizieren lasse, daß sie aber am meisten der *Shorea selanica Blume (= Hopea selanica Roxb.)* nahe komme. Wie Dr. Stapf mir schreibt, unterscheidet sich die Padanger Pflanze von der *Shorea selanica* (aus dem Herbar von de Vriese) durch folgende wesentliche Merkmale: 1. durch den sehr



A *B*

Fig. 61. *A* 1/3 natürl. Größe. Oberseite des Blattes des sumatranischen Dammarbaumes. Der ziemlich lange Blattstiel, welcher etwa den vierten Teil der Länge der Spreite einnimmt, ist in der Zeichnung nicht wiedergegeben. *B* etwas über natürliche Größe. Ein Stück der Unterseite des Blattes.

viel längeren Blattstiel, 2. durch kürzere, weichere Behaarung und 3. durch weiter voneinander abstehende Tertiärnerven.

Ich habe später die Laubsprosse der Padanger Pflanze auch an Herrn Prof. Vikt. Schiffner in Wien (damals in Prag), welcher die malayische Flora durch eigene Anschauung während eines längeren Aufenthaltes auf den Sundainseln kennen gelernt und sich viel mit dieser Flora beschäftigt

hat, gesendet. Auch seine Ansicht geht dahin, daß die Padanger Pflanze eine *Shorea*, und zwar eine neue Spezies dieser Gattung bilde.

Von Herrn Veth jun. sind mir später, wie oben bereits erwähnt, auch junge Früchte des Dammarbaumes zugegangen, welche ich zum Vergleiche an die beiden genannten Botaniker gelangen ließ. Diese Früchte bildeten zunächst eine Bestätigung dafür, daß der sumatranische Dammarbaum einer Dipterocarpee angehöre. Sie lieferten aber auch eine Bestätigung der schon auf Grund der Laubsprosse gemachten Aufstellung, daß der genannte Baum einer *Shorea*, und zwar einer unbeschriebenen Spezies dieser Gattung angehöre, welche in den Verwandtschaftskreis der *Shorea selanica Blume* gehört. Die sehr charakteristische Frucht des summatranischen Dammarbaumes (Fig. 65) ist mit fünf Kelchblättern (Flügeln) versehen, drei (seltener zwei) großen und zwei (seltener drei) kleinen. Die großen erreichen eine Länge von 10 cm und eine Breite von 1,5 cm; die kleinen sind 3—6 cm lang und 0,3 bis 0,6 cm breit. — Die Anatomie des jungen Stammes, der Blattstiele und der Lamina der Blätter des sumatranischen Dammarbaumes wurden eingehend studiert; ich kann aber auf diese Verhältnisse nicht näher eingehen und beschränke mich auf die bildliche Darstellung eines Querschnittes eines jungen, noch von Oberhaut bedeckten Stengels (Fig. 67) und eines markständigen Harzganges (Fig. 66) des Dammarbaumes[1]).

Fig. 65. Natürliche Größe. Frucht des sumatranischen Dammarbaumes. In der Figur sind nur die drei großen Kelchblätter (Flügel) zu sehen, die beiden kleinen Kelchblätter sind durch die großen gedeckt.

1 Die anatomischen Verhältnisse des Stammes des sumatranischen Dammarbaumes hat Prof. W. Figdor in der österr. botan. Zeitschrift (1900) eingehend geschildert.

Eine genaue Beschreibung des sumatranischen Dammarbaumes läßt sich auf Grund des vorliegenden Materials, namentlich aus Mangel an Blüten und älteren Stämmen nicht geben; doch wird auf Grund der bisher festgestellten Kennzeichen dieses Baumes später eine Identifizierung möglich sein. Prof. Schiffner hat die genannte Pflanze einstweilen mit dem Namen *Shorea Wiesneri Schiffn. msc.* belegt.

Über die Entstehung des Dammarharzes in den Geweben der Stammpflanze finden sich in der Literatur begreiflicherweise noch keine Daten vor, da bisher kein Botaniker die Stammpflanze vor sich hatte. Auch durch mein Untersuchungsmaterial wurde ich nicht in die Lage versetzt, die Entstehung des Dammarharzes verfolgen zu können. Die mir übersandten Stammgebilde der Pflanze hatten nur eine Dicke bis zu 15 mm. In diesem Stamme fanden sich aber nur medullare Harzgänge vor, welche zu 3—6 in der Peripherie des Markes gelegen waren. Obgleich sekundäres Holz und sekundäre Rinde an den dicksten Ästen meines Versuchsmateriales ziemlich stark entwickelt waren, ließen sich darin keine Harzgänge nachweisen.

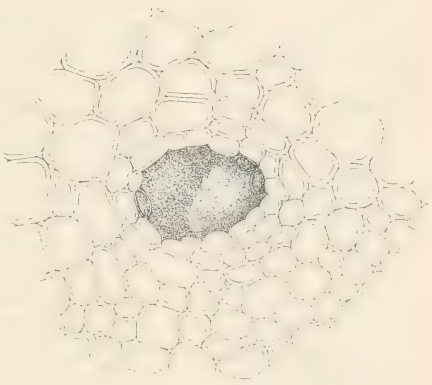


Fig. 66. Vergr. 400mal. Schizo lysigener Harzgang im Mark des sumatranischen Dammarbaumes.

Daß Harzgänge im sekundären Holze der Dipterocarpeen oft sehr spät gebildet werden, ist durch die Untersuchungen van Tieghems[1]) bekannt geworden, und da zahlreiche auf Dipterocarpeen bezugnehmende Untersuchungen gelehrt haben, daß in der sekundären Entwicklung des Stammes dieser Pflanzen interzellulare Harzbehälter im Holze auftreten[2]), so ist wohl anzunehmen, daß die Harzgänge des sumatranischen Dammarbaumes im Holzkörper vorkommen dürften, aber erst sehr spät entstehen[3]). Die von mir untersuchten

1) Can. sécrét. dans les Dipterocarpées. Journ. de Botanique. 1891, p. 378 ff.

2) Solereder, Systematische Anatomie. Stuttgart 1899, p. 159.

3) Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Harzbehälter des sumatranischen Dammarbaumes, abgesehen von den perimedullaren, der Rinde angehören. S. Brandes und Gilg, Bearbeitung der Dipterocarpeen in Engler-Prantls Pflanzenfamilien

(perimedullaren) Harzgänge werden schizogen angelegt, setzen sich aber lysigen fort, gehören also in die Kategorie der schizolysigenen Harzgänge (Fig. 66). Die Tendenz zu schizogenen Bildungen im Mark gibt sich nicht nur in den Harzbehältern, sondern auch in dem oft schizogen durchklüfteten Markparenchym zu erkennen.

Der Dammar bildet entweder größere klumpenförmige Stücke oder Körner von 0,5—4 cm Durchmesser, oder endlich stalaktitische Massen, welche an den Stämmen des Dammarbaumes zusammenflossen und hier erhärteten. Diese stalaktitischen Massen sind oft von beträchtlicher Größe. Ich erhielt aus Padang Dammarstalaktiten, welche etwa ein halbes Kilogramm wogen. Dieses Harz ist entweder farblos oder gelblich gefärbt. Hier und dort erkennt man an dem Dammarharz wolkige Trübungen, die Oberflächen sind manchmal von bimssteinartigen Krusten überzogen, seltener kommen Gewebseinschlüsse vor; abgesehen hiervon ist der Dammar aber klar und durchsichtig. Die Härte ist eine geringe. Alle Kopale, selbst die weichen, ferner

3, 6 (1895), p. 245, wo es heißt, daß die harzigen Substanzen der Dipterocarpeen in verschiedenen, sowohl dem Holze als der Rinde angehörigen Behältern vorkommen können. — Tschirch spricht (Die Harze und die Harzbehälter, 2. Aufl., I [1906], p. 485) die Ansicht aus, daß der echte Dammar, ähnlich wie Storax erst nach Verwundung entstehe, und dies der Grund sei, warum in unverletztem und selbst älterem Holze noch keine Harzbehälter zu finden sind; diese entstehen eben erst nach der Verletzung des Kambiums im Jungholze.

Fig. 67. Vergr. 80mal. Segment eines Querschnittes durch den jungen, noch mit Oberhaut versehenen Stamm des sumatranischen Dammarbaumes. *o* Oberhaut mit einzelligen, stark verdickten Haaren. *r* Rindenparenchym mit (in der Zeichnung nicht wiedergegebenen, erst bei stärkeren Vergrößerungen erkennbaren) nach innen zu stark verdickten Kollenchymzellen. *ph* Phloëm mit Bastbündeln. *x* Xylem. *m* Mark mit Harzgang.

Mastix und Frauenеis (Gips) ritzen ihn. Indes ist er doch härter als Kolophonium. Die Oberfläche des Dammar ist meist glatt. Sie wird schon durch Hinüberstreichen mit der warmen Hand trübe und etwas klebrig. Die frische Bruchfläche ist muschelförmig und glasglänzend. Frische oder nur durch kurze Zeit gelagerte Stücke riechen, auf der flachen Hand gerieben, eben noch wahrnehmbar, aber angenehm balsamisch; ältere Stücke sind beinahe geruchlos. Zerkaut zerfällt er in ein weißes, an den Zähnen haftendes Pulver. Die Oberflächenschicht ist ähnlich wie bei Mastix und Sandarak gestaltet, aber arm an Rißlinien, während Erstarrungsfiguren häufig und deutlich ausgeprägt, meist gewunden erscheinen (Fig. 38, p. 156). Die Oberfläche der Harzstücke ist reich bedeckt von grobkörniger Staubmasse, welche durch gegenseitiges Abreiben der Stücke entstanden ist. Die Dichte des Dammar beträgt nach Biltz 1,04—1,05, nach Lucanus 1,06, nach Brandes 1,097 bis 1,123[1]).

Nach Schrötter[2]) erweicht der Dammar bei 75° C, wird bei 100° dickflüssig, bei 150° dünnflüssig und klar.

Chemische Beschaffenheit des Dammar. Tschirch und Glimmann[3]) fanden, daß das malaiische Dammarharz in Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff und Schwefelsäure völlig, in Äther, Alkohol, Toluol, Azeton, Anilin, Petroläther und Essigsäure sich nur teilweise löst.

In 80proz. Chloralhydrat quillt der Dammar stark auf; aber selbst nach monatelanger Einwirkung geht nur sehr wenig in Lösung. Dadurch unterscheidet sich der echte Dammar auffällig von allen Koniferenharzen, also auch von den Harzen der *Dammara*-Arten (s. unten bei Kopal), welche Harze sich in 80proz. Chloralhydratlösung klar und vollkommen lösen[4]).

Durch Destillation des Rohharzes mit Wasserdämpfen ließ sich in geringer Menge ein ätherisches Öl gewinnen, das eine hellgelbe Farbe, pfefferähnlichen Geruch und den Siedepunkt von 82° besaß.

Zur Herstellung des Reinharzes wurde Dammar mit absolutem Alkohol extrahiert, wobei sich 33 Proz. in demselben als unlöslich erwiesen und als grauweiße, bimssteinartige Masse zurückblieben.

Aus dem in Alkohol löslichen Anteile des Dammarharzes wurde eine kristallinische Resinosäure, die Dammarolsäure $C_{54}H_{77}O_3(OH)(COOH)_2$ isoliert, die sich leicht in Alkohol und Äther löst. Ferner befinden sich

1) Fortsetzung von Gmelins Handbuch der Chemie **4**, 1, p. 1753.

2) Poggendorffs Annalen **59**, p. 72.

3) Tschirch und Glimmann, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 585.

4) Mauch, Über physikalisch-chemische Eigenschaften des Chloralhydrates. Inauguraldissertation. Straßburg 1898.

noch im Reinharz zwei sehr indifferente Körper — Resene, von denen das α-Dammar-Resen $C_{11}H_{17}O$ $^{2}{}_{3}$ des Harzes ausmacht. Das β-Dammar-Resen $C_{31}H_{52}O$ schmilzt bei 200° und ist nur in Chloroform löslich.

Das von Tschirch und Glimmann untersuchte Dammarharz setzt sich in nachstehender Weise zusammen:

Dammarolsäure $C_{54}H_{77}O_3(OH)(COOH)_2$ . .	23,0 Proz.
Wasser	2,5 »
Asche	3,5 »
Unreinigkeiten	8,0 »
α-Dammar-Resen (alkohollöslich) $C_{11}H_{17}O$.	40,0 »
β-Dammar-Resen (alkoholunlöslich) $C_{31}H_{52}O$	22,5 »
Verlust (ätherisches Öl, Bitterstoff) . . .	0,5
	100,0 Proz.

Nach älteren Angaben[1]) soll auch ein kleines Quantum Gummi im Dammar vorkommen.

Der Dammar bildet ein wichtiges Rohmaterial der Lack- und Firnisfabrikation. Die gewöhnlichen Dammarlacke sind Gemenge von Dammar, Terpentin und Terpentinöl; sie gehören zu den farblosesten aller Lacke, nehmen Farben leicht an und erhalten sich im gefärbten Zustande gut. Sogenannter wasserheller Kopallack ist häufig Dammarlack[2]). Zahlreiche Dammarfirnisse und Dammarlacke (Retouchieressenz, Mattolein, Graphotein usw.) finden in der Photographie Verwendung. U. a. dient der Dammarlack seiner Klarheit und sonstigen Eigenschaften halber in ausgedehntem Maße zur Einschließung mikroskopischer Präparate. Dammar wird, wie bereits oben erwähnt, auch medizinisch benutzt.

In betreff der im Indischen Archipel und zum Teil auch auf dem indischen Festlande als »Dammar« bezeichneten Harze sei hier folgendes noch angemerkt:

Die wichtigsten und wohl auch die meisten dieser Harze lassen sich in folgende Gruppen bringen:

1. Dipterocarpeenharze, 2. Burseraceenharze, 3. Koniferenharze.

Die Dipterocarpeen, welche in Indien und auf dem Archipel Harze liefern (*Vatica, Shorea, Hopea, Vateria* usw.) nähern sich am meisten dem echten Dammar; sie quellen in Chloralhydrat und lösen sich in dem Reagens nicht, wodurch sie sich von den Harzen der beiden anderen Gruppen unterscheiden.

1) Gmelin. Handbuch **7**, 1, p. 1735.

2) L. E. Andès, Fabrikation der Lacke. Hartlebens Verlag, 1895, p. 347.

Zu den Dipterocarpeenharzen gehört das oft beschriebene Saulharz von *Shorea robusta* (nördliches Indien, Java, Sumatra[1]).

Die als »Dammar« in Indien bezeichneten Burseraceenharze sind durchweg in die Kategorie der oben besprochenen Elemiharze zu stellen. Hierher gehört der oft genannte Damar itam (schwarzer Dammar), welcher anfänglich von *Dammara nigra* abgeleitet wurde, zweifellos aber von *Canarium*-Arten *(strictum, legitimum* und *rostratum)* abstammt. Nach älteren Angaben hat dieses Harz eine natürliche braune, an der Luft ins Schwarze übergehende Farbe, nach Henkel hingegen soll die schwarze Farbe die Folge einer bei der Gewinnung vorgenommenen Schwelung sein.

Das wichtigste von den in Indien als Dammar bezeichneten, von Koniferen herrührenden Harzen werden wir unten als Manilakopal (Harz von *Dammara orientalis*) kennen lernen. Hierher gehört auch das auf Sumatra gewonnene von *Pinus Merkusii* herrührende Tusam-Harz[2]). Die Ableitung des Damar selan (Dipterocarpeenharz) von Artocarpeen *(Artocarpus integrifolia)* hat sich als irrtümlich herausgestellt[3]).

14. Die Kopale.

Mit dem Namen Kopal[4]) (Copal, auch Resina Copal oder Gummi Copal) belegt man alle natürlichen, harten, erst bei hoher Temperatur schmelzenden, im Aussehen dem Bernstein sich nähernden Harze. Die weicheren Sorten nennt man auch wohl »Anime«, welchen Namen die Kopale im englischen Handel führen. Der Handelsname »Kopal« ist indes so dehnsam geworden, daß es schwer halten würde, eine auch nur einigermaßen begrenzende Charakteristik alles dessen, was man im Handel Kopal nennt — darunter auch Kunstprodukte und manche weiche, eben noch knetbare Harze —, zu liefern. Wir müssen uns einstweilen mit obiger Begriffsbestimmung begnügen, welche doch im grossen ganzen zutrifft.

Die Zahl der Baumarten, welche alle jene Harze liefern, die man als Kopal zusammenfaßt, ist zweifellos keine geringe. Aber nur ein Teil dieser Baumarten ist botanisch sichergestellt. Es stehen eben gerade der Ermittlung der Kopalbäume beträchtliche Schwierigkeiten ent-

---

1) Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel **3.** — Wiesner, Rohstoffe. 1. Aufl., p. 114. — Cooke, Report of the Gums, Resins etc. London, India Museum. 1874, p. 90. — Tschirch (1906), l. c., p. 488 ff.: Über Saul- oder Salharz.

2) Miquel, Sumatra, p. 87.

3) Über in Indien und auf dem Archipel als »Dammar« bezeichnete Harze s. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen. Berlin 1892. Carl Müller, l. c. und Mauch, l. c.

4) Über die Abstammung des Namens Kopal s. oben p. 288.

gegen. Denn abgesehen von dem Umstande, daß man die Abstammung der Kopale wie vieler anderer roher Pflanzenstoffe im ganzen lange nicht genügend verfolgte und mithin in unserer Kenntnis sich Lücken vorfinden, welche sich schon hätten ausfüllen lassen und die in der Folge auch ausgefüllt werden dürften, ergibt sich rücksichtlich der Frage über die Abstammung mancher dieser Harze die große Schwierigkeit, daß die Vegetation, welche sie produzierte, an Ort und Stelle, wo diese Kopale gefunden werden, zu Grunde gegangen ist. Es gilt dies gerade für die häufigste der guten Kopalsorten, für die harten westafrikanischen, welche als rezent-fossile Harze im Boden liegen. So sind wir also über die botanische Provenienz der Kopale noch unvollständig unterrichtet.

In Bezug auf die geographische Provenienz der Kopale herrscht manche Unsicherheit und Unklarheit, welche zumeist dadurch hervorgerufen werden, daß nicht wenige Kopale mit unrichtigen Ortsnamen im Handel erscheinen. So wird der Sansibarkopal, welcher über Bombay verschifft wird, auch als Bombaykopal bezeichnet, oder dieselbe Kopalsorte, sofern sie in Nordamerika gewaschen und geschält wird, als Salemkopal in Verkauf gebracht. Auch Madagaskarkopal erscheint im Handel unter dem Namen Bombaykopal[1]). In neuerer Zeit kommen geringe westafrikanische Kopale unter Handelsnamen vor, welche auf eine südamerikanische Herkunft schließen lassen möchten (s. unten bei den südamerikanischen Kopalen). Daß man die südostasiatischen, namentlich von den Philippinen, Molukken und Sundainseln in den Handel kommenden Kopale als Manilakopal zusammenfaßt, ginge noch an; es werden dieselben aber im Handel auch als westindischer Kopal bezeichnet[2]).

Was in Bezug auf Abstammung und Herkunft der Kopale genauer ermittelt wurde, wird unten bei Abhandlung der einzelnen Sorten mitgeteilt werden.

Einige allgemeine Bemerkungen über die Kennzeichen der Kopale mögen hier vor der speziellen Schilderung ihrer Sorten Platz finden.

Für manche Kopalsorten ist die Oberflächenbeschaffenheit sehr bezeichnend. Die meisten südamerikanischen und der Kauriekopal sind mit kreidigen Krusten bedeckt, unter welchen das eigentliche Harz als höckerige, im Querschnitte wellenförmig begrenzte Masse liegt. Noch charakteristischer ist die Oberfläche der Kopale von Sansibar und Angola gestaltet. Sie ist mit dicht nebeneinander stehenden Wärzchen besetzt. Man hat dieser chagrinierten Oberfläche der genannten Kopale den nicht

1) Stohmann in Muspratts techn. Chemie. 4. Aufl., **4** (1893), p. 39.

2) Andès und Fröbe, Lacke, Firnisse und deren Rohmaterialien. Wien 1874. Solche falsche Bezeichnungen sind, wie mir Herr L. E. Andès kürzlich mitteilte, auch jetzt noch im Gebrauch.

unpassenden Namen »Gänsehaut« gegeben. Über das Zustandekommen dieser merkwürdigen, oft höchst regelmäßigen Bildungen ist das Wichtigste schon oben (p. 154) mitgeteilt worden. Es ist ein Zusammenziehungs- und Abwitterungsprozeß, durch welchen die »Gänsehaut« zustandekommt. Durch die relativ stärkere Zusammenziehung der Kopale an der Oberfläche wird diese in Folge von Rißbildung gefeldert. Die Sprunglinien, welche die einzelnen Felder abgrenzen, sind infolge gleichmäßiger Zusammenziehung der Oberflächenschicht ziemlich regelmäßig verteilt und häufig zu Sechsecken vereinigt. Innerhalb jedes Polygons wiederholt sich derselbe Prozeß. Es entstehen nach innen und unten zu neuerdings kleine polyedrische Facetten, welche nach und nach mit mehr oder minder großer Regelmäßigkeit abfallen, wodurch schließlich die primär entstandenen Facetten in terrassenförmig gestaltete Wärzchen verwandelt werden. Mit Zuhilfenahme des Mikroskops kann man sich von der Richtigkeit dieser Entstehungsweise überzeugen (Fig. 68).

Fig. 68. Oberflächengestalt des Sansibarkopals. *a* mehrere Warzen bei 2-, *b* eine Warze bei 30maliger Vergrößerung.

Da die Kopale, abgesehen von charakteristischen Oberflächenbildungen einzelner Sorten, ein wenig unterscheidbares Äußere darbieten, so habe ich schon vor Jahren versucht, eine naturhistorische Charakteristik derselben nach den bei Mineralogen üblichen Methoden zu ermöglichen, und habe in erster Linie getrachtet, Dichte und Härte der Sorten zu bestimmen[1]).

Nach den damals (1869) in meinem Laboratorium von Meichl und Stingl ausgeführten Untersuchungen ergab sich, daß die Dichte der Kopale, wenn auf die in ihnen enthaltene Luft keine Rücksicht genommen wird, sehr wenig Unterschiede zeigen, daß hingegen nach vollständiger Evakuierung die Dichten der Kopale schwanken zwischen 1,062 und 1,149. Im großen ganzen sinkt die Güte der Kopale mit der Zunahme des spezifischen Gewichtes. Doch gibt es in dieser Richtung mancherlei Ausnahmen. Hingegen ergab sich mit ziemlicher Sicherheit, daß die Güte des Kopals als desto höher anzuschlagen ist, je geringer der Unterschied zwischen den Dichten des vollständig entgasten und des unveränderten Harzes sich gestaltet, wie folgende Zahlen lehren:

1) Wiesner, Gummi und Harze, p. 147.

	Dichte vor dem Evakuieren	Dichte nach dem Evakuieren	Differenz
Kopal von Sansibar	1,067	1,068	0,001
» » Angola (sens. str.)	1,064	1,081	0,017
Brasilianischer Kopal . . .	1,018	1,082	0,064
Kauriekopal.	1,050	1,115	0,065
Manilakopal.	1,062	1,121	0,059

Die von Bottler[1]) (1893) vorgenommenen Dichtebestimmungen der Kopale schließen sich methodisch genau an unsere Untersuchungen an und haben auch im wesentlichen zu den gleichen Resultaten geführt.

Die Härte der Kopale wurde in früheren Zeiten nur wenig beachtet, und es treten uns in den Härteangaben viele Widersprüche entgegen. Diese irrigen Angaben beruhen zum Teil auf falschen Bestimmungen der zum Versuche benutzten Kopale, besonders auf dem Umstande, daß man die Härte der Kopale durch die Kopale selbst ermittelte. Diese Bestimmungsweise hatte wegen der großen Sprödigkeit und der starken Adhäsion, welche sich bei dem Ritzen von einer Kopalsorte durch die andere zu erkennen gibt, viele Fehler im Gefolge. Ich habe deshalb kristallisierte Minerale bestimmter Härte und andere künstlich dargestellte, gut kristallisierende Substanzen als ritzende Körper in Anwendung gebracht. Ich fand, daß alle Kopale von Kalkspat (Härtegrad = 3), ja sogar von dem merklich weicheren Kupfervitriol (Härte nach Naumann 2,5) geritzt werden, hingegen alle Kopale den kristallisierten Gips (Fraueneis; Härte nach Naumann 1,5) ritzen, bis auf den brasilianischen Kopal, welcher entweder die Härte des Fraueneises hat oder vielleicht um eine Spur weicher ist. Es wurde auch gefunden, daß der Bernstein etwas härter als der härteste der Kopale (Sansibarkopal) ist.

Ich habe damals (1869) folgende Härteskala der Kopale aufgestellt: Kopal von Sansibar (härtester), hierauf folgen: Mosambique, Sierra Leone (Kieselkopal), Gabon, Angola, Benguella, Kaurie- und Manilakopal, endlich südamerikanischer Kopal[2]).

Spätere Untersuchungen haben diese meine Beobachtungsergebnisse im wesentlichen bestätigt und erweitert. Bottler[3]) (1893) stellte fol-

1) Über physikalische Eigenschaften der Kopale. Dinglers Polytechnisches Journal **288** (1893).

2) Gummi und Harze, p. 147.

3) M. Bottler, l. c., p. 21 ff. Die Angabe, der Sansibarkopal sei weicher als Steinsalz, beruht auf einer ungenauen Beobachtung. Wenn man den Sansibarkopal auf feinstem Schleifstein glattschleift und mit gelindem Druck über diese Fläche mit einer scharfen Kante eines Kalkspat-, Kupfervitriol- und Steinsalzkristalls fährt, so erkennt man (mit der Lupe), daß Kalkspat und Kupfervitriol geritzt haben, nicht aber Steinsalz. Trüberitzen kann man den Sansibarkopal durch Steinsalz, aber auch dieses kann durch Steinsalz trübe geritzt werden.

gende Härteskala auf: Sansibar, Rotangola, Sierra Leone (Kieselkopal), Gelbbenguella, Weißbenguella, Kongo, Manila, Weißangola, Kaurie, brasilianischer Kopal von *Hymenæa*.

Andés (l. c.) stellte später noch eine reicher gegliederte Härteskala der Kopale auf, welche wie bei meiner und der Bottlerschen mit Sansibar beginnt und mit brasilianischem Kopal endet und 20 Glieder umschließt.

Da, wie ich oben darlegte, die weichsten von den härtesten nur etwa um einen Grad der Mohsschen Härteskala verschieden sind, so ist wohl für jeden in diesen Dingen Bewanderten klar, daß man zwischen diesen engen Grenzen durch Ritzversuche nicht sehr viele Glieder einschalten kann und hierzu die genauesten vergleichenden Versuche nötig sind.

Für den praktischen Gebrauch wird man wohl kaum mehr als drei Grade der Härte aufstellen können, nämlich harte (Sansibar und verwandte, roter Angola und verwandte), mittelharte (Kaurie und Manila) und weiche (südamerikanische).

Für genaue Härtebestimmungen sind Vorschriften erforderlich, welche die mit diesem Gegenstande beschäftigt gewesenen Beobachter nicht immer in Rücksicht gezogen haben. Man darf die Ritzung nur unter Anwendung geringen Druckes vornehmen, muß mit scharfkantigen Kristallen operieren und muß sich mit der Lupe überzeugen, daß eine Furche durch das Ritzmittel gezogen wurde. —

Von Wichtigkeit für die Charakteristik der Kopale, aber auch für die Beurteilung ihres Wertes ist die Kenntnis ihres Schmelzpunktes. Je höher ihr Schmelzpunkt ist, als desto höher können sie im allgemeinen bewertet werden.

Die bisherigen Angaben über die Schmelzpunkte sind sehr wenig brauchbar; erstlich, weil häufig das auf seinen Schmelzpunkt geprüfte Harz hinsichtlich seiner Provenienz nicht oder nicht genau fixiert ist und die Handelsbezeichnungen der Kopalsorten zu vielen Irrtümern Veranlassung geben, sodann, weil die Methode, nach welcher die Schmelzpunktbestimmung vorgenommen wurde, nicht näher charakterisiert wurde und wohl keine einheitliche war.

Um diesen Übelständen abzuhelfen, habe ich Herrn Prof. Bamberger ersucht, nach einheitlicher Methode eine Reihe von ihrer Provenienz nach genau bestimmten Kopalen auf ihren Schmelzpunkt zu prüfen.

Prof. Bamberger hat in Gemeinschaft mit G. Riedl die Schmelzpunktbestimmung durchgeführt und ist zu den in der unten mitgeteilten Tabelle enthaltenen Werten gekommen.

Die Schmelzpunktbestimmung jeder einzelnen Kopalsorte wurde auf zweierlei Art vorgenommen. Nach der einen Methode wurde der fein

pulverisierte Kopal in eine sehr dünnwandige, an einem Ende zugeschmolzene Kapillare gebracht und die Schmelzpunktbestimmung im Anschütz-Schultzschen Apparat ausgeführt. Als Schmelzpunkt wurde jene Temperatur angenommen, bei welcher die in der Kapillare befindliche undurchsichtige Masse homogen durchscheinend wird. Dieser Temperaturgrad (unterer Schmelzpunkt) läßt sich mit großer Schärfe beobachten. — Nach der zweiten Methode wurde ein größeres Quantum des zerkleinerten Harzes in eine Eprouvette gebracht und eine vorsichtige Erhitzung im Metallbade vorgenommen. Wenn die Kopalstückchen zusammenzukleben beginnen, erhält man beiläufig denselben Temperaturgrad wie nach der ersten Methode, aber minder genaue Werte. Nun wurde im Metallbade weiter erhitzt, bis die Masse sich vollständig verflüssigte, was bei mehreren Kopalsorten mit einer erkennbar beginnenden Zersetzung verbunden war, eine Erscheinung, welche mit Rücksicht auf die komplexe Zusammensetzung dieser Harze aus Individuen von verschiedenem Schmelzpunkte kaum anders zu erwarten war und sich in einer oft nicht unbeträchtlichen Verschiedenheit dieses oberen Schmelzpunktes zu erkennen gab. Für die Charakteristik der Kopale ist der untere Schmelzpunkt, weil genauer zu ermitteln, wichtiger als der obere.

Schmelzpunktbestimmung einiger genau bestimmten Kopalsorten.

Kopalsorte	Unterer Schmelzpunkt	Oberer Schmelzpunkt	Bemerkungen.
Brasilianischer	77°	115°	Von *Hymenæa Courbaril.*
Kamerun . . .	96°	110°	Von *Copaifera sp.* } Aus dem Berliner Botanischen Museum.
Kamerun . . .	110°	120°	Bot. Provenienz unbekannt. } Aus dem Berliner Botanischen Museum.
Manila	103°	120°	Von Batjan (Molukken).
Manila	103°	120°	Käufliche Sorte.
Kaurie	111°	115—140°	Käufliche Sorte.
Harter Angola	125°		Käufliche Sorte.
Sansibar . . .	139°	160°	Unreifer, gegrabener (»Chakazzi«).
Sansibar . . .	158°	340—360°	Reifer, gegrabener.
Lindi	143°	340°	Aus Lindi in Deutsch-Ostafrika.

Da die Güte der Kopale von der Höhe des Schmelzpunktes abhängt und dieser für die Sorten — innerhalb bestimmter Grenzen — konstant ist, so wird es begreiflich, daß die Schmelzpunktbestimmung einen sehr wichtigen Behelf für die Unterscheidung der Kopale bildet.

Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Kopale bilden die Löslichkeitsverhältnisse, auf welche unten in der chemischen Charak-

teristik dieser Harze noch mehrfach zurückzukommen sein wird. Hier möchte ich nur auf die Tatsache aufmerksam machen, daß im Chloralhydrat ein Mittel gegeben ist, um bestimmte Kopalsorten rasch und sicher zu erkennen. Die von Koniferen herrührenden Kopale (Manila und Kaurie) lösen sich in Chloralhydrat wie alle Koniferenharze völlig auf, während die von Trachylobien herrührenden Harze (Sansibarkopal) und alle von Dipterocarpeen sich ableitenden Kopale in dem Reagens unlöslich sind. (Mauch, l. c.)

Auch Geruch und Geschmack leisten bei der Unterscheidung der Kopale gute Dienste.

Fast alle Kopale zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie, in fein zerteiltem Zustande in Wasser liegend, nur eine überaus träge Molekularbewegung zeigen. Nur die weichsten aller Kopale, nämlich der Manila- und der südamerikanische Kopal, lassen, ähnlich den meisten anderen Harzen, eine ziemlich lebhafte Molekularbewegung erkennen.

a) Die ostafrikanischen Kopale.

Diese Kopale werden an der Südostküste Afrikas zwischen dem 5. und 15. Grade südl. Br. gegraben. Sie kommen hier massenweise, besonders zwischen Pangane und Kap Delgado, in den jüngsten Erdschichten vor, und zwar innerhalb eines schmalen Küstensaumes, dessen Breite anderthalb Meilen nicht überschreitet. Diese Kopalsorten kommen vornehmlich als Sansibar- und Mozambiquekopal im europäischen und amerikanischen Handel vor. Große Massen dieses Harzes gelangen auf ostindischen Schiffen nach Europa, daher kommt auch der Name ostindischer oder Bombaykopal. In neuerer Zeit wird der Kopal von Sansibar von einigen Hamburger Handelshäusern, welche daselbst Filialen haben, direkt nach Europa gebracht[1]).

Die Abstammung der ostafrikanischen Kopale ist erst in neuerer Zeit, nach langen mühevollen Untersuchungen, zuletzt unterstützt durch einige glückliche Funde, vollständig aufgeklärt worden. Es ist leicht einzusehen, daß die Herleitung fossiler Harze — die ostafrikanischen Harze werden mit zureichenden Gründen als rezent-fossil angesehen — ihre besonderen Schwierigkeiten hat. Anfangs leitete man diese Kopale von Hymenæen ab, ein Irrtum, auf den Welwitsch[2]) zuerst aufmerk-

---

1) Worlée, Über die verschiedenen Sorten von Kopal. Polytechn. Zentralblatt. 1864, p. 325. — L. E. Andès, Über die ostafrikanischen Kopale. Wochenschrift des niederösterr. Gewerbevereins. 1884, Nr. 34. — Stephan, Über den Sansibarkopal. Bern 1893. S. auch Note 2 auf p. 336.

2) Welwitsch, Observations on the Origin and the Geographical Distribution of the Gum Copal in Angola, West Tropical Africa. Journ. of the Linnean Society. IX, p. 287 ff.

sam machte. Die von Klotzsch auf Grund von Aufzeichnungen, welche von Peters herrühren, aufgestellte Hypothese, daß die ostafrikanischen Kopale von *Trachylobium mossambicense Klotzsch (= T. Hornemannianum Hayne)* abstammen, hatte entschieden unter allen bis dahin gemachten Annahmen die größte Berechtigung und hat sich später auch als vollkommen richtig erwiesen.

Nach Kirk[1], welcher mehrere Jahre an der Sansibarküste das Vorkommen und die Entstehung des dortigen Kopals untersuchte, ist der dort mit dem Namen »M'ti Sandarusi« bezeichnete Baum identisch mit *Trachylobium mossambicense Klotzsch*. Aus dem Stamme und den Ästen dieses Baumes fließt ein Harz aus, welches gesammelt und unter dem Namen »Sandarusi ya m'ti« in den Handel gebracht wird. Die Engländer nennen dieses Harz Baumkopal (Copal from the tree). Er wird nach Bombay und anderen Häfen Indiens gebracht, ist aber bisher nicht im europäischen Handel erschienen. Für die Ableitung der Stammpflanze des gegrabenen Sansibarkopals ist aber der Baumkopal, dessen botanische Provenienz nunmehr außer Zweifel steht, von Wichtigkeit geworden. Denn schon im Beginne seiner Studien (anfangs der siebziger Jahre) fand Kirk gewisse Ähnlichkeiten zwischen dem Baumkopal und dem gegrabenen Kopal. Im Jahre 1876 hatte Kirk das Glück, im gegrabenen Sansibarkopal Blätter, Blütenknospen und Blüten von *Trachylobium mossambicense* aufzufinden, womit die Frage über die Abstammung des Sansibarkopals erledigt erscheint[2].

In neuester Zeit sind Berichte über den ostafrikanischen Kopalbaum und über das Vorkommen des auf dem südostafrikanischen Festlande und auf Madagaskar im Boden auftretenden Kopals eingelaufen, welche die älteren diesbezüglichen Angaben im wesentlichen bestätigen und in manchen Punkten ergänzen[3]. Nach Stuhlmann ist das Kopalgebiet, nach Beobachtungen, welche nördlich vom Rufidji angestellt wurden, offen, arm an Vegetation; der Kopalbaum findet sich insbesondere in der Nähe von Wasserläufen vor, ist aber wahrscheinlich daselbst infolge von Klimaänderungen stark zurückgegangen und beinahe im Absterben begriffen. In diesem offenen Gebiete, besonders an Stellen, welche aus leichtem Sandboden bestehen, findet man in einer Tiefe von 0,5—1 m fast immer Kopal. Perrot konstatiert, wie früher Kirk, die Übereinstimmung des Kopalbaumharzes mit dem gegrabenen Kopal; zwischen

1) Journ. of the Linnean Society XI (1871), p. 1 und 479 ff.; XV (1877), p. 234 ff.

2) S. hierüber auch Gilg, Über die Stammpflanze des Sansibarkopals. Notizblatt des königl. botan. Gartens in Berlin. 1896, Nr. 6.

3) Stuhlmann, Deutsches Kolonialblatt. 1898, p. 693. — Warburg, Über Sansibarkopal, nach Berichten von Perrot in Lindi, in der Zeitschrift für tropische Landwirtschaft. III (1899), p. 264.

beiden bestehen nur graduelle Unterschiede. Die Umwandlung des frischen Baumharzes in (rezent-fossilen) Bodenkopal scheint, besonders in lockerem Sandboden, rasch vor sich zu gehen, schon zu Lebzeiten der als riesengroß bezeichneten Bäume. So kann also eine Neubildung des Bodenkopals in verhältnismäßig kurzer Zeit stattfinden. Perrots Meinung geht dahin, daß die Abnahme der Kopalbäume hauptsächlich in der von den Eingeborenen zu bestimmtem Zwecke vorgenommenen Entrindung, welche den baldigen Tod der Bäume zur Folge hat, und in oft kolossalen Waldbränden begründet sei.

Über die Entstehung des ostafrikanischen Kopals in den Geweben der Stammpflanze verdanken wir Alfr. Stephan[1]) einige Beobachtungen. Er untersuchte die anatomischen Verhältnisse der Zweige von *Trachylobium verrucosum Gärt.* und *T. mossambicense Klotzsch*, fand zwischen beiden keinen Unterschied und konstatierte, daß sich das Harz in schizogen angelegten Behältern des Stammes bilde.

Im Handel von Sansibar werden drei Arten von Kopal unterschieden, der Baumkopal (Sandarusi ya m'ti), der Chakazzi und der gegrabene Sandarusi.

Die drei genannten Kopalarten unterscheiden sich voneinander durch Alter und Vorkommen. Der Baumkopal ist der jüngste, er wird in der Regel vom Baume gebrochen. Hierauf folgt dem Alter nach der Chakazzi, sodann der echte (reife) Sansibarkopal.

Der Chakazzi findet sich flach am, oder seicht im Boden, an Stellen, wo der Kopalbaum noch vorkommt, aber zumeist schon im Rückgange begriffen ist. Nach Kirk gelangt der Chakazzi dadurch in den Boden, daß abgestorbene Bäume allmählich an Ort und Stelle zugrunde gehen, entweder verfaulen oder von Ameisen vernichtet werden. Die von Holz und Laub zurückbleibende moderige Masse überdeckt dann häufig das vollkommen resistente Harz. Tiefer im Boden liegt der eigentliche (reife) Sansibarkopal, welcher hier zusammengeschwemmt wurde und von Sand und Erde überlagert ist. Der echte (rezent-fossile) Sansibarkopal liegt mehr oder minder tief im Boden, an freien Stellen, an welchen der Kopalbaum längst zugrunde gegangen ist.

Nach den Berichten von Elton[2]), welcher die Kopalfelder von Kwalé besuchte, ist der Vorgang der Kopalgräberei ein sehr einfacher. Zwanzig oder dreißig Leute, gewöhnlich den benachbarten Stämmen angehörig, aber auch freie Männer, teilen unter sich den Boden in Parzellen (claims). Es ist baumloses Terrain, aber in der Nähe der Bäche stehen noch die

1) Über den Sansibarkopal. Dissertation. Bern 1893.

2) J. F. Elton, Travels and researches among the lakes and mountains of Eastern and Central Africa. Edited and completed by Coterill. London 1879, p. 78 ff.

Kopalbäume, welche die Mächtigkeit einer englischen Eiche erreichen können. Jede Parzelle wird auf ihre Ertragfähigkeit geprüft, indem an fünf verschiedenen Punkten Löcher von zwei Fuß Tiefe in den Boden gegraben werden. Ist das Resultat ein günstiges, so wird die ganze Parzelle bis zu einer Tiefe von drei Fuß vollständig abgegraben und die Kopalstücke aus dem Boden herausgenommen. Das Sammelprodukt kommt auf den (afrikanischen) Markt; es ist ein Gemenge von »Chakazzi« und fossilem Harz. Der Käufer scheidet das fossile Harz von dem noch jungen Kopal. Nur das erstere gelangt in den europäischen und amerikanischen Handel[1]). Die jährliche Kopalausfuhr aus Sansibar vor etwa zehn Jahren betrug durchschnittlich eine halbe Million Kilogramm. In neuester Zeit scheint eine starke Abnahme der Kopalernten eingetreten zu sein, infolgedessen der Preis sehr in die Höhe gegangen ist[2]).

Die nachfolgend mitgeteilten Daten beziehen sich auf den echten, gegrabenen Sansibarkopal, im Handel kurzweg Sansibarkopal genannt.

Die Kopale von Sansibar bilden Körner oder platte Stücke bis zu einem Durchmesser von 20 cm[3]). Im unveränderten Zustande sind sie von einer mit Sand untermengten Verwitterungskruste überdeckt. Diese Kruste ist opak; das Innere jedes Korns ist hingegen klar und durchsichtig, blaßgelblich bis braunrötlich gefärbt.

Der im europäischen und amerikanischen Handel vorkommende Sansibarkopal ist von der Verwitterungskruste bereits befreit, er ist, wie man sich ausdrückt, »gewaschen« oder »geschält und gewaschen«. Das Entschälen und Waschen des Sansibarkopals wird in den europäischen Niederlagen an der afrikanischen Küste, aber auch in einigen Hafenstädten Europas und immer noch in beträchtlichem Maße in Nordamerika (»Salemkopal«) vorgenommen. Dieser Reinigungsprozeß ist zum Teil ein mechanischer, zum Teil ein chemischer. Es werden nämlich die dem Kopal außen anhaftenden erdigen Teile der Verwitterungskruste, so gut es geht, ohne den reinen Kern der Kopalstücke zu verletzen,

---

1) Nach Gilg (Notizblatt des Berliner bot. Gartens, 1897, p. 164) soll Chakazzi schon stark eingeführt werden und erscheint bereits auf dem europäischen Markt. Nach Mitteilungen, welche ich Herrn L. E. Andés verdanke, kommt Chakazzi im Wiener Handel nicht vor. Ich habe zwischen echtem Sansibarkopal manchmal relativ weiche Kopalstücke von relativ niederem Schmelzpunkte und dunkel bernsteingelber Farbe, aber von bedeutender Durchsichtigkeit gefunden, welche ich für Chakazzi halte, der infolge unvollkommener Auslese dem Sansibarkopal beigemengt erscheint.

2) Toelsing, Tropenpflanzer **11** (1907), p. 779 sagt, der Sansibarkopal sei selten geworden und werde schon schwimmend verkauft.

3) Noch größere Stücke sind Seltenheiten. Ein 39,5 cm langes, nicht abgeplattetes Stück sah ich in der Sammlung des Herrn L. E. Andés. Es zeigte an beiden Enden kleine Bruchflächen, woraus sich ergibt, daß dieses Harzstück noch eine größere als die angegebene Länge besessen haben mußte.

abgekratzt und die »entschälten« Harzmassen dann mittelst Soda- oder Potaschelösung von den noch zurückgebliebenen Verwitterungsprodukten befreit (»Waschen des Kopals«).

Anderen Angaben zufolge[1]) wird bei rationellem Betriebe des Waschens der Sansibarkopal fast vollständig gereinigt, d. i. der eigentliche harzige Kern freigelegt, so daß es nur geringer mechanischer Nachhilfe bedarf, um ihn in völlig blankem Zustande dem Handel übergeben zu können. Um den Kopal rationell zu waschen, muß derselbe erst durch Siebung je nach der Größe der Körner in mehrere Partien gesondert werden. Was durch Siebe mit 1 cm Maschenbreite hindurchgeht, wird nicht gewaschen, weil der Verlust zu groß wäre. Je großkörniger die zu waschenden Partien sind, desto länger müssen sie der Einwirkung der Waschflüssigkeit ausgesetzt werden. Diese Waschflüssigkeit ist entweder eine verdünnte Kali- (oder Natron-) Lauge oder eine Sodalösung. Im ersteren Falle werden auf 100 Teile Wasser 5 Teile konzentrierter Lauge genommen, im letzteren Falle auf 100 Teile Wasser 7 Gewichtsteile kristallisierter Soda. Das Waschen wird in Holzbottichen unter fortwährendem Umrühren vorgenommen. Wenn die Krusten sich durch Einwirkung der alkalischen Flüssigkeit abgelöst haben, spült man die Stücke in Wasser ab und legt sie auf mit Koliertuch überspannte Rahmen zum Trocknen aus. Die einzelnen Stücke werden mit Bürsten oder, wenn notwendig, durch Entfernung von Krustenresten mittelst Messer gereinigt.

Der gewaschene Kopal ist gewöhnlich durch chagrinierte Oberfläche (»Gänsehaut«) ausgezeichnet. An keiner anderen Kopalsorte tritt diese merkwürdige Skulptur so scharf hervor wie beim Sansibarkopal. Doch kann zu langes Waschen die Wärzchen auch bis zur Unkenntlichkeit entfernen. Die Wärzchen haben einen Durchmesser von 1—3, gewöhnlich von beiläufig 1,5 mm. Hin und wieder ist die Facettierung sehr fein, eben noch für das freie Auge erkennbar, und die einzelnen Facetten haben dann einen Durchmesser, welcher bis auf 0,2 mm sinkt. Die Dichte beträgt 1,068. Der Sansibarkopal ist der härteste aller Kopale, doch etwas weicher als Bernstein[2]). Der Bruch ist flach, die Bruchfläche glasglänzend, stellenweise matt. Mit der Nadel geritzt, erhält man auf frischer Bruchfläche Strichlinien, welche selbst bei Betrachtung mit der Lupe splitterfrei erscheinen. Dieser Kopal hat bei gewöhnlicher Temperatur keinen Geruch. Stark durch längere Zeit auf der flachen Hand gerieben, macht sich ein zarter, balsamischer Geruch bemerkbar.

---

1) Nach Aufzeichnungen des Herrn L. E. Andés, welche er mir freundlichst zur Benutzung überließ.

2) Gummi und Harze, p. 147.

Gekaut, zerfällt er in ein feines Pulver, welches an den Zähnen nicht haftet. Über seinen Schmelzpunkt s. oben p. 332.

Der Kopal von Mozambique stammt nach Gilg von demselben Baume wie der Sansibarkopal[1]). Diese beiden Kopale stimmen in ihren Eigenschaften nahe überein. Der erstere bildet flache Körner oder Platten bis zu einer Länge von 5 cm. Die vorherrschende Farbe ist weingelb, doch kommen auch rötliche Stücke vor. Die Facettierung der Körneroberfläche ist minder regelmäßig als beim Sansibarkopal, auch ist er weniger rein als dieser und häufig von Gasblasen und fremden Bestandteilen durchsetzt. Die Dichte beträgt 1,069, die Härte ist eben noch merklich geringer als die des Sansibarkopals. Der Bruch ist flachmuschelig, die frischen Bruchflächen glänzend. Die mit der Nadel auf frischer Bruchfläche hervorgebrachten Strichlinien sind bereits etwas splitterig. Dieser Kopal wird an der Küste von Mozambique und südlich davon gegraben.

Über den Kopal von Madagaskar liegen nur mangelhafte Beobachtungen vor. Die Stücke erreichen einen Durchmesser bis 10 cm und sind häufig an einer Seite flach, an der anderen gewölbt, manchmal tropfig. Die Oberfläche ist nur stellenweise mit Wärzchen besetzt[2]). Nach gewöhnlicher Angabe soll er mit dem Sansibarkopal übereinstimmen, nach anderer steht er höchstens auf der Stufe des Kopals von Mozambique[3]). In Bezug auf die Abstammung dieses Kopals herrscht die Ansicht vor, daß er von demselben Baume wie die beiden vorher genannten Kopale herrühre[4]).

In jüngster Zeit ist eine neue ostafrikanische Kopalsorte in den Handel eingetreten, der Inhambanekopal, welcher in einigen Distrikten Mozambiques und des Nyassalandes gewonnen wird. Die Stammpflanze dieses vom Baume abgenommenen Harzes ist wahrscheinlich *Copaifera Gorskiana*, welche auf einer Strecke von 200 englischen Meilen waldbildend auftritt. Die Eingeborenen kauen und verwenden anderweitig

---

1) Notizblatt des Berliner boten. Gartens. 1897, Nr. 9. Der Kopalbaum von Mozambique und Sansibar soll mit *Trachylobium verrucosum Gärt.* und diese Spezies mit *T. mossambicense* und *Hornemannianum* übereinstimmen. Aber Klotzsch unterschied den madagassischen Kopalbaum *(T. Hornemannianum)* von der von ihm beschriebenen Art *(T. mossambicense)*. Vgl. die Note 4.

2) Stohmann, l. c. **4** (1893).

3) Nach den Erfahrungen des Herrn L. E. Andès.

4) S. hierüber Gilg, l. c. Ferner Perrott, Tropenpflanzer **3**, p. 266. Daselbst findet sich die Angabe, daß sowohl die Eingeborenen auf Madagaskar als auf dem Festlande nur einen Kopalbaum kennen und mit demselben Namen belegen. Der Autor weist aber doch auf kleine Unterschiede zwischen dem madagassischen und dem Kopalbaum von Sansibar hin, welche darauf hinauslaufen, daß *Trachylobium verrucosum* und *T. mossambicense* doch nicht völlig identisch seien.

dieses Harz seit langer Zeit. Sie nennen es Staka oder Stakate, die Zulu nennen es Inthlaka. Seit dem Jahre 1886 soll dieser Kopal ausgeführt werden[1]. Die Angaben über die Eigenschaften dieses Harzes widersprechen sich mehrfach. Es soll schon in siedendem Wasser schmelzen, nach anderer Angabe aber erst bei 260°[2]. Die einen bezeichnen ihn als wohlriechend, die anderen als geruchlos, gleich dem Sansibarkopal, mit dem er nach einer Angabe große Ähnlichkeit haben soll.

Deutsch-ostafrikanische Kopale. Zu den Produkten, welche man aus diesem deutschen Kolonialgebiete in den Handel zu bringen versucht, gehören auch einige Kopale[3]. Unter diesen scheint vor allem der Lindikopal einige Beachtung zu verdienen. Derselbe stammt von demselben Baume, welcher auch die früher genannten ostafrikanischen Kopale liefert. Er wird in erheblichen Mengen in Lindi, insbesondere auf dem Wamueraplateau gegraben. Dieses fossile Harz hat eine rötliche Farbe und bildet Klumpen im Gewichte bis 2 kg[4]. Was im Wiener Handel als Lindikopal erscheint, stimmt mit den hier vorkommenden Sorten des Madagaskarkopals überein[5], nur ist die Farbe gewöhnlich dunkler und seine Körner häufig größer[6]. Die von mir untersuchten Sorten von Lindikopal, welche hier zu Kopallacken bereits verarbeitet werden, bestehen aus Körnern und geschiebeartigen Stücken. Eine Sorte

---

1) Kew Bull. 1888, p. 281 ff. Nach Dyer (Journ. Linn. Soc. **20**) dürfte der Inhambanekopal auch von *Copaifera (Copaiba) Mopane* herrühren. Hingegen wurde er später (H. Harms, Über die Stammpflanze des Kamerunkopals. Notizblatt des Berliner Bot. Gartens, 1910, p. 175) wieder bestimmt auf *Copaifera Gorskiana* zurückgeführt.

2) Gilg in Chem. Rev. über Fett- und Harzindustrie **5** (1898) p. 175.

3) Deutsch-ostafrikanische Kopale werden von E. H. Worlée in Hamburg importiert, und aus denselben u. a. in Berlin Kopallacke erzeugt. Der Tropenpflanzer **1** (1897), p. 45.

4) Engelhardt, Das Hinterland von Lindi in Deutsch-Ostafrika. Deutsches Kolonialblatt. 1897, Nr. 12. — Der Tropenpflanzer **1** (1897), p. 88 ff.

5) Nach Mitteilungen des Herrn L. E. Andés.

6) Aus Lindi kommen noch andere Kopale, welche aber für den Handel noch von ganz untergeordneter Bedeutung sind, nämlich einige nicht fossile Harze, welche gleicher Abstammung sind wie der fossile, nämlich der harte gelbe Baumkopal von Lindi (wahrscheinlich dem »Chakazzi« entsprechend), der weiche gelbe Baumkopal von Lindi und der weiße Baumkopal von Lindi, auch Kugelkopal von Lindi genannt. (Die drei letzteren stimmen wohl mit dem Baumkopal von Sansibar überein.) Der weiße ist der geringste, unreinste und weichste; er ist oft noch gar nicht zu Harz erstarrt und bildet dann eine weiche, noch knetbare Masse. Die erstgenannte Sorte soll im Handel auch als Bombay Amber erscheinen. Im Wiener Handel kommen diese Kopalsorten nicht vor. — Unter den aus Lindi kommenden Kopalen befindet sich noch eine Sorte, welche nach Gilg mit den vier eben genannten keinerlei Übereinstimmung besitzt und von einem ganz anderen Baume herzurühren scheint. Tropenpflanzer **1** (1897), p. 88 ff.

bestand aus roten Stücken (in der Farbe des roten Angolakopals), eine andere setzte sich aus grünlichen und gelblichen Stücken zusammen. Die Körner der roten Sorte waren mit einer kleinfacettierten, rotbraunen, zerreiblichen, die Stücke der gelben Sorte mit einer papierdünnen, weißlichen, zusammenhängenden Verwitterungskruste bedeckt. Gemeinschaftlich ist der muschelige Bruch, der helle Glasglanz der frischen Bruchfläche, fast splitterfreie Strichlinie und ein beim Reiben hervortretender schwacher balsamischer Geruch. Über den Schmelzpunkt des Lindikopals s. oben p. 332[1]).

b) Westafrikanische Kopale.

An der Westküste Afrikas, welche weitaus reicher an Kopal ist als die Südostküste, wird dieses Harz auf einer etwa 700 geogr. Meilen langen Küstenstrecke zwischen dem 8. Grad n. Br. und dem 14. Grad s. Br. gegraben. Der Kopal findet sich hier in einer oberflächlich liegenden, aus Mergel, Sand und Lehm bestehenden Bodenschicht in einer Tiefe bis zu 10 Fuß[2]) vor. Die wichtigsten westafrikanischen Kopaldistrikte sind: Sierra Leone (nördlichster Bezirk), Accra, Benin, Kamerun, Gabon, Loango, Kongo, Angola und Benguella (südlichster Bezirk) (siehe Fig. 69).

Fig. 69. Kärtchen zur Erläuterung des Vorkommens der Kopale an der Westküste von Afrika.

Während der ostafrikanische Kopal schon seit langer Zeit Gegenstand des europäischen Handels ist, wird der westafrikanische erst seit dem Jahre 1820 nach Europa gebracht. Anfänglich waren die von

---

1) In einer Abhandlung über ostafrikanische Kopale (Tropenpflanzer **11,** 1907, p. 478ff.) führt Foelsing an, daß es ihm gelungen sei, aus den Früchten der ostafrikanischen Kopalbäume *(Trachylobium mossambicense* und *T. verrucosa)* durch Extraktion 23 Proz. eines sehr guten Kopals zu gewinnen, welcher angeblich als Ersatz von Sansibarkopal dienen könnte.

2) Welwitsch, l. c.

Westafrika exportierten Kopalmengen ganz unerhebliche, und erst in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden sie zu einem bedeutenden Handelsartikel[1]). Nunmehr haben sie infolge der Massenhaftigkeit der Produktion bei durchschnittlich genügender Qualität an Bedeutung für die Lackfabrikation die ostafrikanischen Kopale weit überflügelt, wenn auch selbst ihre besten Sorten an Güte den Sansibarkopal nicht erreichen.

Die Hauptmenge des westafrikanischen Kopals kommt von Angola und Benguella. Schon am Ende der sechziger Jahre wurden nach Welwitsch jährlich von dort aus allein 2 Mill. Pfund Kopal in den Handel gebracht, welche Menge sich in der letzten Zeit geradezu vervielfacht hat.

Über die Abstammung der westafrikanischen Kopale ist man noch im unklaren. Von Daniell[2]) ist vermutungsweise ausgesprochen worden, daß *Guibourtia copallifera* und vielleicht noch einige andere diesem Baume nahestehende Arten einen Teil der westafrikanischen Kopale (nämlich die in Sierra Leone gefundene Sorte) liefern. Welwitsch, einer der genauesten Kenner der westafrikanischen Flora, ist, trotzdem er sich sehr bemühte, die Stammpflanze der Kopale von Angola und Benguella ausfindig zu machen, hierüber zu keinem positiven Resultate gekommen[3]).

Der westafrikanische Kopal wird wie der an der südostafrikanischen Küste gegrabene als rezent-fossil betrachtet. Das massenhafte Vorkommen von Kopalen in den jüngsten Erdschichten der genannten Küstengegenden, das rollsteinartige Aussehen vieler Kopalstücke, namentlich des Kopals von Sierra Leone, der erwiesenermaßen durch die Flüsse Pongas und Malaenzi nach der Küste geführt wird[4]), macht es wahrscheinlich, daß die Bäume, welche den Kopal lieferten und wahrscheinlich noch immer liefern, nicht der Küstenflora angehören, sondern tief im Innern des Landes zu suchen wären, von wo aus ihre Harze durch den Regen und durch Flüsse zu der Küste gelangten und vielleicht noch immer dorthin geführt werden.

Die Aufsammlung des westafrikanischen Kopals geschieht durch Neger, welche die Harze aus der Erde lesen und waschen. Die Kopalsucher sammeln gleichzeitig auch Färberflechten (*Roccella tinctoria* usw.) und arabisches Gummi, welches nach Welwitsch nicht selten dem

1) 1825 kamen 833, zwanzig Jahre später bereits 768 000 engl. Pfund westafrikanischer Kopal nach Europa. Welwitsch, l. c., p. 294.

2) Pharm. Journ. and Transact. 1857, **16**, p. 367.

3) Über die bis jetzt versuchten, zum Teil sehr abenteuerlichen Herleitungen der westafrikanischen Kopale s. Gummi und Harze, p. 154 ff. Über den Versuch einzelne westafrikanische Kopale von *Cyanothyrsus*-Arten abzuleiten s. Dunston, W. R., Copal Resin from British West-Africa, Bull. Impr. Inst. London 1908.

4) Welwitsch, l. c.

westafrikanischen Kopal beigemengt sein soll. Die Kopale von Gabon (Gabun) und Loango gelangen vornehmlich in den französischen Handel, die großen Kopalmassen von Angola, Benguella und Kongo gingen in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zum großen Teile direkt nach Nordamerika, zum geringen Teile nach Lissabon und anderen europäischen Hafenstädten; jetzt bilden sie sowohl für den alten wie für den neuen Kontinent das wichtigste Material an harten Kopalen zur Lackfabrikation.

Schon Daniell hat darauf aufmerksam gemacht, daß sehr wesentliche Unterschiede zwischen den Kopalen von Nord- und Südguinea bestehen. Von den ersteren unterscheidet er zwei Sorten, die allerdings sehr voneinander verschieden sind, und die auch unten als junger Kopal und Kieselkopal von Sierra Leone beschrieben werden. Zu den letzteren rechnet er die Kopale von Kongo, Angola und Benguella. Es ist aber zu bemerken, daß die Kopale der genannten drei Orte nicht nur in ihren Eigenschaften sehr übereinstimmen, sondern es ist auch von Welwitsch darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Kopalwäschereien von Angola häufig Kopale von Kongo und Benguella beziehen und umgekehrt, so daß man diese Kopale füglich in eine Art zusammenfassen muß. Die Kopale von Angola, Kongo und Benguella sind hier als Kopal von Angola vereinigt, eine von Welwitsch zuerst vorgeschlagene Bezeichnung. Die Kopale von Gabon und Loango finde ich untereinander und von den übrigen westafrikanischen Kopalen so verschieden, daß sie im nachfolgenden als besondere Sorten aufgeführt werden müssen.

Junger Kopal von Sierra Leone. Diese Kopalsorte wird nach Daniell von lebenden Stämmen welche wahrscheinlich den der *Guibourtia copallifera* angehören abgenommen. Sie besteht aus kugel- oder tropfenförmigen Stücken von 1—3 cm Durchmesser. Ihre Dichte beträgt 1,06. In der Härte stimmt sie mit den südamerikanischen Kopalen überein. Ihre Masse ist trübe und gelblich. Geruch schwach, Geschmack eben merklich. Diese Kopalsorte, im Werte nur den südamerikanischen gleichzustellen, kommt wohl nur im englischen Handel vor[1]).

Kieselkopal von Sierra Leone. Dieser Kopal hat die Form von Rollsteinen. Die Stücke messen 2—3 cm im Durchmesser, sind weiß oder farblos bis gelblich, sehr homogen, durchscheinend bis durchsichtig, außen rauh, seltener mit einer papierdünnen, opaken Kruste bedeckt. Dieser Kopal ist völlig geruch- und geschmacklos, er ist der härteste von allen westafrikanischen Kopalen, seine Dichte beträgt 1,09. Die Strichlinien stimmen mit jenen des Mozambiquekopals überein.

---

1) Über einige chemische Eigenschaften dieses und des folgenden Kopals berichteten zuletzt D. Spence und E. S. Edie, A note on some chemical properties of Sierra Leone. gum copal. Liverpool Quart. Journ. **2** (1907).

Der Kopal von Gabon. Er besteht aus runden, fast immer etwas abgeplatteten Stücken von 1—8 cm Durchmesser. Die Oberfläche ist meist glatt, manchmal stellenweise mit einer sehr dünnen, kreidigen Kruste bedeckt, welche von astartig verzweigten, mit erhabenen Rändern versehenen Sprunglinien durchsetzt ist (Fig. 70). Die Körner sind weingelb, stellenweise blutrot und trübe, minder durchsichtig und homogen als die vorigen. Die Dichte der Körner beträgt, vor Entfernung der Luft, 1,073. Die Bruchflächen sind muschelig, stellenweise splitterig, im frischen Zustande glasglänzend. Die Strichlinien sind auf frischer Bruchfläche glatt, auf alten Flächen splitterig. Beim Zerkauen haftet das Pulver schwach an den Zähnen, was mit Ausnahme des jungen Kopals von Sierra Leone keine einzige der bisher beschriebenen Kopalsorten erkennen läßt.

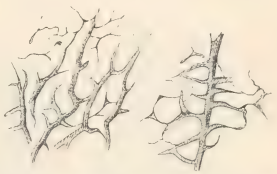


Fig. 70. Natürliche Größe. Sprunglinien auf der Oberfläche des Kopals von Gabon.

Kopal von Loango. Dieser Kopal kommt in Bruchstücken vor, welche schließen lassen, daß die natürlichen Stücke eine Länge von mehreren Dezimetern erreichen können. Nach der Farbe unterscheidet man eine weiße (Copal blanche de Loango) und eine rote (C. rouge de L.) Sorte. Erstere besteht aus farblosen oder weißen bis gelblichen, letztere aus rötlichen oder bräunlichen Körnern oder aus gelblichen, rötlich oder bräunlich gefleckten Stücken. Der rote Kopal von Loango ist geschätzter als der weiße, wegen größerer Härte, Durchsichtigkeit und Homogenität. Die Oberfläche dieser Kopale ist entweder gänzlich glatt oder höckerig. Die Dichte beträgt 1,064. Die Bruchflächen sind muschelig, stark glänzend, die Strichlinien splitterfrei. Das Pulver haftet beim Kauen fast gar nicht an den Zähnen.

Kopal von Angola[1]. Über die Abstammung der Kopale, welche in diese Gruppe zusammengefaßt werden, war bis in die jüngste Zeit nichts bekannt. Es ist schon erwähnt worden, daß sich Welwitsch vergebens bemühte, die Stammpflanze des Kopals von Angola und Benguella ausfindig zu machen. Hingegen ist es in jüngster Zeit den Bemühungen Gilgs gelungen, nachzuweisen, daß der weiße aus Kongo kommende Kopal von *Copaifera Demeusii Harms* abstamme[2]. Es soll indes am Kongo noch ein anderer, der *Copaifera* nahe verwandter

1) Kollektivbezeichnung für die Kopale von Angola, Benguella und Kongo; s. oben p. 342. Über Angolakopal und einige andere westafrikanische Kopale s. auch H. Rackwitz, Kopale. Bern 1907.

2) Gilg in der Chemischen Revue über Fett- und Harzindustrie **5** (1898), p. 175.

Baum *(Cynometra sessiliflora Harms)* eine Kopalsorte liefern[1]). Der Angolakopal bildet runde, kugel- oder knollenförmige, seltener plattenförmige Stücke. Letztere sind häufig gewölbt und sammelten sich zweifelsohne an den Rinden der Stammbäume an. In der Handelsware kommen diese plattenförmigen Stücke meist nur im zerschlagenen Zustande vor. Die gewöhnlich im Handel erscheinenden Körner oder knollenförmigen Stücke haben einen Durchmesser von 3—8 cm. Nach Welwitsch werden jedoch auch kindskopfgroße, 3—4 Pfund schwere Stücke manchmal ausgegraben. Die natürlichen Stücke sind mit einer 0,5—1,5 mm dicken erdigen, schmutzig weißen bis bräunlichen Kruste überdeckt, welche meist polygonal zerklüftet ist und unter welcher ähnlich wie beim Sansibarkopal facettartige Bildungen auftreten (Fig. 71).

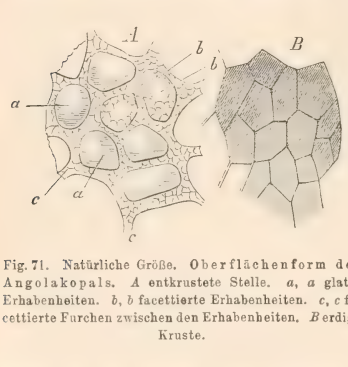


Fig. 71. Natürliche Größe. Oberflächenform des Angolakopals. *A* entkrustete Stelle. *a*, *a* glatte Erhabenheiten. *b*, *b* facettierte Erhabenheiten. *c*, *c* facettierte Furchen zwischen den Erhabenheiten. *B* erdige Kruste.

Die Wärzchen des Angolakopals sind aber weit größer als jene der ostafrikanischen Kopale, ihre Länge beträgt nämlich 4 bis 12 mm. Homogene Stücke kommen selten vor, meist sind die Körner und Bruchstücke dieser Kopalsorte getrübt, von Gasblasen durchsetzt, von Sprüngen durchzogen und umschließen nicht selten Rindenstücke. Dieser Kopal ist teils ungefärbt, teils gelblich, rötlich oder bräunlich gefärbt. Die farblosen oder wenig gefärbten Sorten sind trübe, die deutlich gefärbten klar, durchsichtig und verhältnismäßig homogen. Die letzteren stehen deshalb höher im Preise als die ersteren. Auf frischen Bruchflächen sind die Strichlinien glatt, an alten etwas splitterig. Die Dichte liegt zwischen 1,062 und 1,081.

Nach Welwitsch erhält man durch Sortierung aus dem Sammelprodukte vier Sorten, nämlich 1. Goma Copal vermellia (red copal gum), 2. G. C. amarella (yellow c. g.), 3. G. C. bianca (whitish c. g.), und 4. G. C. picada. Die rote Sorte ist dreimal so teuer als die weiße. Die vierte Sorte besteht aus erdigen Bruchstücken der drei übrigen.

Von der westafrikanischen Goldküste (etwa 5° n. Br., englischer Besitz) kommt nach England und auch auf den Kontinent der Accrakopal, welcher aus zumeist großen, nicht selten knochenförmig gestalteten Stücken besteht. Er ist von weißlicher Farbe und mit weißer

[1]) Gilg in der Chemischen Revue über Fett- und Harzindustrie **5** (1898), p. 175.

Verwitterungskruste bedeckt, besitzt keine Facettierung und ist geruch- und geschmacklos. Dieser Kopal nähert sich in den Eigenschaften dem weißen Loangokopal.

Schwer zu unterscheiden von den schon abgehandelten Sorten der westafrikanischen Kopale sind jene Sorten, welche als Benin- und Kongokopal in neuerer Zeit im Handel erschienen sind[1]).

Unter den aus Westafrika kommenden Kopalen ist auch noch der Kugelkopal zu nennen, welcher im Handel auch als Glas- oder westindischer(!) Kopal bezeichnet wird. Er kommt aus den portugiesischen Kolonien Novo redondo, Alto dante usw., hat Ähnlichkeit mit dem Kieselkopal, ist aber weicher als dieser. Stohmann bezeichnet ihn mit dem Namen weißer Angolakopal, worunter aber auch härtere Handelssorten verstanden werden[2]).

Ich füge hier einige Bemerkungen über Kamerunkopal an, da ich Originalproben dieser Sorte besitze, welche ich der Güte des Herrn Prof. Engler verdanke[3]). Die Stücke sind rundlich, knollenförmig, häufig warzig, auch zusammengeflossen, von grünlicher bis topasgelber Farbe. Die Oberfläche ist entweder matt, oder das Harz ist von einer feinen, papierdünnen, manchmal auch etwas dickeren weißlichen Verwitterungskruste bedeckt. Facettenbildung wurde nicht beobachtet. Bruch muschelig, frische Bruchfläche durchaus glasglänzend. Strichlinien auf frischer Bruchfläche fast splitterfrei, auf alter splitterig. Die Härte ist nahezu gleich der des Steinsalzes. Dichte nach Entfernung der Luft 1,08. (Schmelzpunkt, s. oben, p. 332.) Zerfällt gekaut in ein feines, geschmackloses Pulver, welches nicht an den Zähnen haftet. Beim Reiben auf der flachen Hand gibt sich ein deutlicher, balsamischer, etwas terpentinartiger Geruch zu erkennen.

Vor kurzem wurde der Kamerunkopal neuerdings beschrieben und der Versuch gemacht, dessen botanische Provenienz zu ermitteln. Die Beschreibung des Harzes stimmt im wesentlichen mit der eben vorgeführten überein. Es wird wahrscheinlich gemacht, daß der Kamerunkopal von *Copaifera Demeusii Harms* abstammt[4]).

---

1) Über Benin- und Kongokopal s. Andès und Froebe, Über Lacke und die zu ihrer Fabrikation verwendeten Rohmaterialien. Wien 1874. — L. E. Andès, l. c., p. 73. Über Kamerunkopal: Tropenpflanzer **1**, p. 45.

2) Die Angaben über den Charakter dieses Harzes weichen nicht unbeträchtlich voneinander ab. S. hierüber Andès und Froebe, l. c. und Stohmann, l. c.

3) Dieser Kopal, aus der Sammlung des Berliner botanischen Museums, wurde in Malimba (Kamerun) von Joh. Braun gesammelt und stammt, wie die Etikette angibt, wahrscheinlich von einer *Copaifera-(Copaiba-)*Art ab.

4) Harms, Über die Stammpflanze des Kamerun-Kopals im Botan. Notizblatt des Berliner Botanischen Gartens. 1910, p. 175 ff.

Nach Henriques wurden im nördlichen Kamerungebiete (im Dikullu-Dorfe bei Bimbia) sehr große Mengen dieser Kopalsorte aufgedeckt, welche gerne gekauft wird und sich gut verwerten läßt[1]).

Hier wäre noch der Kopal zu erwähnen, welcher aus Französisch-Guinea (nördlich von Sierra Leone) in den französischen Handel kommt. Derselbe wird von *Copaifera copallifera Benth. and Hooker* abgeleitet[2]).

Die harten Sorten des westafrikanischen Kopals sind, wie bereits bemerkt, stets mit einer mehr oder weniger stark entwickelten Verwitterungskruste bedeckt; sie kommen zum Teil bereits im gewaschenen Zustande nach Europa, zum Teil aber auch im rohen Zustande und werden erst hier, und zwar vom Lackfabrikanten selbst gewaschen[3]). In Wien wird keine mechanische Schälung vorgenommen, sondern die Befreiung von der Verwitterungskruste durch Behandlung mit verdünnter Kalilauge ausgeführt.

c) Der Kauriekopal.

Diese in neuerer Zeit in großen Massen nach Europa gebrachte Kopalsorte (Kaurieharz, Cowrie, Cowdee) wird teils in Neuseeland, teils in Neukaledonien gesammelt. Ersteres Land liefert die größere Menge dieses Harzes. Hier steht nach v. Hochstetter[4]) ausschließlich auf der nordwestlichen Halbinsel der Nordinsel zwischen 34,5—37,5° s. Br. der Baum (Yellow pine), welcher den Kopal liefert. Es ist *Dammara australis*. Das Harz tritt aus den Zweigen und Stämmen aus und fließt an den Wurzeln in großen Klumpen zusammen. Überall am und teilweise im Boden, wo ehedem Kauriewälder standen, findet sich das Harz massenhaft vor. Im Boden liegt es oft in der Tiefe von mehreren Fuß, teils in vereinzelten (nach Griffin bis zentnerschweren) Klumpen, teils in ganzen Nestern, welche manchmal beim Pflügen oder bei der Drainage des Bodens zum Vorschein kommen. Das frische, aus den Zweigen und Stämmen herausfließende und alsbald erstarrende Harz hat noch wenig Ähnlichkeit mit dem Kauriekopal; es ist weich und milchig trübe, von kopalartigem Aussehen. Dieses frische Harz wird von den Ureinwohnern Neuseelands gekaut. Handelsgegenstand ist nur das im Boden liegende rezent-fossile Harz dieses Baumes. Die Ausfuhr betrug im Jahre 1880 5500 Tonnen, wovon mehr als 60 Proz. nach den Vereinigten Staaten

1) Gilg in der Chemischen Revue über Fett- und Harzindustrie **5** (1898), p. 177.

2) J. Henry, Note sur l'exploitation du Copalier en Guinée. L'Agricult. prat. pays chaudes **9** (1909). Daselbst auch Notizen über die Gewinnung und den Handel dieses Kopals.

3) Nach Mitteilungen des Herrn L. E. Andès.

4) Neuseeland. Stuttgart 1863, p. 138 ff. S. auch Griffin, The Kaurie Gum of New Zealand. Pharm. Journ. and Transact. 1881, p. 989.

gelangten. Große Mengen von Kauriekopal kommen aus Auckland, wo neuestens große Kopalfelder aufgefunden wurden[1]).

Das neukaledonische Kaurieharz stammt von der auf den Gebirgen Kanalas (Nordostkaledonien) häufigen *Dammara ovata*.

Der Kauriekopal bildet meist ansehnliche Knollen. Die Färbung ist eine sehr wechselnde (weißlich, gelblich, rauchgrau, licht- bis tiefbraun) und an den einzelnen Stücken oft sehr ungleichartige. Auch die Durchsichtigkeit ist an verschiedenen Stellen eines und desselben Stückes oft eine sehr verschiedene. Gestreifte und wolkig getrübte Stellen sind fast an jedem Stücke zu sehen. Das neuseeländische Kaurieharz hat meist eine bräunliche, das neukaledonische meist eine gelbliche bis weißliche Farbe. Oberflächlich sind alle Kauriekopale mit einer bis fingerdicken Verwitterungskruste von opakem Charakter bedeckt. Am neuseeländischen Harze ist diese Kruste kreidig, am neukaledonischen bräunlich oder schwärzlich, stellenweise metallisch schillernd. An manchen Stücken geht die Masse des Harzes ganz allmählich in die Verwitterungskruste über. Wenn sich diese Deckschicht scharf vom Kerne abhebt, sind ihre Konturen stets zackig oder wellenförmig. Die Dichte des neukaledonischen Kopals beträgt 1,115, die des neuseeländischen 1,109. Frische Bruchflächen sind muschelig und fettglänzend. Auf frisch angebrochenen Flächen ritzt die Nadel glatt, an alten Flächen stark splitterig. Alle Kauriekopale haben einen intensiven und angenehm balsamischen Geruch und einen gewürzhaften Geschmack. Zerkaut, haftet das Pulver dieser Harze an den Zähnen.

Eine geringe, schlackig oder kreidig aussehende Sorte von Kauriegummi führt den Namen Bush-Gum[2]). Kauriestaub mittelst hydraulischer Pressen zu Klumpen gepreßt, kommt neuestens als Block-Kowrie Gum im Handel vor[3]).

d) Manilakopal[4]).

Manilakopal ist ein Kollektivausdruck für mittelharte, von den Sundainseln (Sumatra, Java, Borneo, Celebes), Philippinen (insbesondere Luzon

1) Nach Griffin (l. c.) hat es den Anschein, als wenn auch das Harz der lebenden Bäume als Kaurieharz in den Handel gelange. Er macht auf die erschreckende Abnahme der Kauriefichtenbestände aufmerksam und beklagt es, daß zur Erhaltung und Vermehrung dieses nützlichen Baumes nichts geschieht. Über Kaurieharz s. auch Gellatly, Kaurie Resin. Referat in Bot. Jahresbericht. 1887, **2**, p. 504. Die jährliche Ausfuhr wird auf 5000 Tonnen geschätzt. Vgl. E. Henning, Tropenpflanzer **6** (1902). Schmölling, Ebendaselbst **10** (1906). Nach Tschirch, Harze und Harzbehälter, 1906, **1**, p. 725 wird eine geringe Sorte von Kauriekopal aus Sumpfboden gehoben (Sumpfkopal).

2) Andés, l. c., p. 78.

3) Ebenda.

4) Da diese für die Industrie sehr wichtige Kopalsorte sowohl rücksichtlich der Abstammung als der Eigenschaften bisher nur eine mangelhafte, in den Hauptpunkten

mit der Hauptstadt Manila) und Molukken (Amboina, Ternate, Batjan usw.) in den Handel gebrachte Harze, welche in ihren Eigenschaften auf gemeinsame Abstammung hinweisen, weil ihre allerdings mehrfach wechselnden Eigentümlichkeiten durch allmähliche Übergänge verbunden sind.

Das mit diesem Namen bezeichnete Harz kommt aber auch unter anderen Bezeichnungen im Handel vor, z. B. als Borneo-, Singapore-, Philippinen- und indischer Kopal.

Unter den mittelharten bis weichen Kopalen wird derzeit kein einziger in der Fabrikation der Kopallacke so häufig angewendet wie Manilakopal; er repräsentiert überhaupt die gemeinste Sorte von Kopalen, welche sich gegenüber den gleichfalls massenhaft in den Handel gebrachten harten westafrikanischen Kopalen durch große Billigkeit auszeichnet[1]).

Fast alle Autoren leiten diesen Kopal von *Vateria indica (= V. malabarica Blume)*, einer indischen Dipterocarpee, ab[2]). Ich selbst habe in der ersten Auflage dieses Werkes dieser allgemein verbreiteten Angabe zugestimmt. Während meines Aufenthaltes in Indien und auf den Sundainseln (1893—94) ließ ich mir die mir längst zweifelhaft gewordene Abstammung des Manilakopals und einiger anderer vegetabilischer Rohstoffe angelegen sein.

Vor allem möchte ich hervorheben, daß der Verbreitungsbezirk der angeblichen Stammpflanze des Manilakopals mit den Herkunftsländern dieses Harzes nicht zusammenfällt. *Vateria indica* bewohnt das indische Festland, und zwar Vorderindien, von Kanara (an der Malabarküste) bis Travancore (in der Präsidentschaft Madras), während, wie schon erwähnt, der Manilakopal von den Sundainseln, den Molukken und Philippinen

---

auf Irrtümern beruhende Behandlung gefunden hat, so habe ich dieselbe hier eingehender bearbeitet.

1) S. das Preisblatt des Hamburger Exporthauses Schütz & Co. vom 12. Oktober 1899. 100 kg Manilakopal kosten 50—130 Mark, Kongo 200, Madagaskar 240 Mark. Nach gefälliger Mitteilung der genannten Firma, Hamburg, 18. Sept. 1913, ist derzeit die Preislage folgende: Manila stieg innerhalb des letzten Halbjahres von 35 auf 55 Mk., »electe« Ware kostet 85—100 Mk. Kongo 70—80, feine Sorten 160 bis 200 Mk. Madagaskar 200—300 Mk. Alles bezogen auf 100 kg.

2) van Heurck führt in dem Kataloge seiner Sammlung (Notions succinctes usw., s. oben p. 317) bei Manilakopal an: *Dammara alba?* Außer dieser Vermutung finde ich, abgesehen von einigen gleich zu nennenden Ausnahmen, rücksichtlich der Abstammung des Manilakopals stets *Vateria indica* als Stammpflanze genannt. Daß diese Herleitung falsch ist, wurde mir schon vor etwa zwölf Jahren klar, als ich der Abstammung des Dammar nachzugehen begann. In dem für Dammers Lexikon der Verfälschungen (Leipzig 1887) über Kopal geschriebenen Artikel habe ich *Vateria indica* als Stammpflanze des Manilakopals fallen gelassen und habe zum erstenmal versucht, *Dammara orientalis* als Stammpflanze des Manilakopals aufzustellen. Diese meine Angabe ist in mehrere neue Werke übergegangen, so z. B. in Eduard Hanauseks Neubearbeitung der Warenkunde von Erdmann-König, 12. Aufl., p. 354.

kommt. Authentische Proben vom Harze der *Vateria indica* im India Museum zu London stammen von Madras, Travancore, Mysore und einigen anderen Orten Vorderindiens[1]).

Meine Studien über die Herkunft des echten Dammar des europäischen Handels (s. oben p. 317 ff.) haben mich auch mit der Stammpflanze des Manilakopals bekannt gemacht. Während meines Aufenthaltes auf Java und Sumatra hatte ich vielfach Gelegenheit, *Dammara orientalis* und seine Produkte zu sehen. Sofort konnte ich erkennen, daß das Harz dieses Baumes nicht mit dem Resina Dammar unseres Handels übereinstimmt. Das Harz der *Dammara orientalis* ließ sich mit keinem der bekannten Harze besser als mit dem Kauriekopal (von *Dammara australis*) vergleichen. Es stimmt mit demselben im Aussehen, in der Härte und im Geruche am meisten überein.

Die Verbreitung der *Dammara orientalis* steht im vollen Einklange mit der Herkunft des Manilakopals. Dieser Baum ist nämlich auf dem Indischen Archipel heimisch, insbesondere auf den Sundainseln, den Molukken und Philippinen, und fehlt auf dem indischen Festlande. Der genannte Baum ist in seiner Heimat stark verbreitet, und er ist einer der harzreichsten Bäume, die überhaupt existieren.

Da der Dammar s. st. nicht von diesem Baume abstammt, so muß man fragen, welches Harz es ist, das dieser Baum liefert. Die vorhandene Literatur gibt darauf keine Antwort. Meine Untersuchungen, über welche ich gelegentlich des Nachweises der wahren Stammpflanze des echten Dammar kurz berichtete[2]), lassen sich dahin zusammenfassen, daß das für Europa so wichtige Handelsprodukt, welches wir seit langer Zeit als Manilakopal bezeichnen, das Harz von *Dammara orientalis* ist.

Wie Miquel[3]) angibt, fließt das Harz der *Dammara orientalis* in großen Massen aus den Stämmen hervor, vereinigt sich stellenweise (besonders an den Wurzeln) zu großen Klumpen, wird häufig durch die Flüsse fortgeführt und sammelt sich nicht selten an den Ufern in felsblockartigen Massen an. Daher denn auch der malayische Name Dammar batu (s. hierüber oben p. 316). Diesen Dammar batu hat man nun für den Dammar des europäischen Handels gehalten; er ist aber von dem Dammar des europäischen Handels gänzlich verschieden und ist vielmehr, was merkwürdigerweise gänzlich übersehen wurde, nichts anderes als Manilakopal.

---

1) Cooke, Report on the gums, resins etc. in the India Museum. London 1874, p. 89.

2) Wiesner, Über die Abstammung des Dammar. Zeitschr. des allg. österr. Apothekervereins. 1896, Jubelnummer (Nr. 1).

3) Flora van Nederlandsch-Indië **3**, p. 1070 und Supplem. **1**, p. 86 (Vol. VI.

Ehe ich auf die spezifischen Eigenschaften des Manilakopals eingehe, möchte ich zeigen, daß sich durch ein einfaches von Mauch[1]) angegebenes Mittel die Harze der Dipterocarpeen von denen der Koniferen unterscheiden lassen. Die ersteren lösen sich in Chloralhydrat nicht, die letzteren leicht und vollständig darin. Damit ist zunächst ein Mittel gegeben, um zu entscheiden, ob *Vateria indica* als Stammpflanze des Manilakopals angesehen werden könne. Gleich dem Kauriekopal löst sich auch der Manilakopal in Chloralhydrat auf. Ich bemerke, daß Mauch[2]) das Harz von *Vateria indica* in seinem Verhalten zu Chloralhydrat geprüft hat; es zeigte im Reagens allerdings Aufquellung, nicht aber Lösung[3]). Ich habe eine große Zahl von Proben des käuflichen Manilakopals und aus Java mitgebrachtes Harz von *Dammara orientalis* in Bezug auf das Verhalten zu Chloralhydrat geprüft und alle diese Produkte in dem genannten Reagens löslich gefunden, womit ein neuerlicher Beweis geliefert ist, daß *Vateria indica* nicht die Stammpflanze des Manilakopals sein könne[4]).

Wie nahe der Manilakopal dem Kauriekopal steht, geht aus dem Umstande hervor, daß gegenwärtig im Wiener Handel ein Manilakopal als eine Sorte von Kauriekopal erschienen ist[5]). —

Die Größe der natürlichen Stücke variiert sehr. Im Handel erscheint er häufig in Form von Bruchstücken, welche mehrere Zentimeter

---

1) Über physik.-chem. Eigenschaften des Chloralhydrats usw. Dissertation. Straßburg 1898.

2) l. c., p. 61.

3) Auch Mauch (l. c., p. 63) hält den Manilakopal, wie alle anderen Autoren, für das Harz von *Vateria indica*. Das von ihm untersuchte Harz (mit der Bezeichnung Dammar, Kopal Manilla) kann mit jenem Handelsprodukt, welches Manilakopal heißt, nicht identisch gewesen sein.

4) Bei der enormen Verwirrung der Kopal-Terminologie (s. oben p. 327) ist es nicht unmöglich, daß in Sammlungen, vielleicht ab und zu sogar im Handel unter dem Namen »Manilakopal« ein ganz anderes Harz als das von *Dammara orientalis* vorkommt. Dies ist beispielsweise der Fall gewesen bei jenem Harz, welches Mauch untersuchte. Wahrscheinlich lag dort der Fall so, daß das betreffende Produkt als Harz der *Vateria indica* in die Sammlung gelangte, aber dann mit dem Namen »Manilakopal« bezeichnet wurde, da in allen einschlägigen Werken zu lesen ist, daß *Vateria indica* Manilakopal liefere. Ich habe nicht nur zahlreiche Sorten von Manilakopal von meiner Reise mitgebracht, zudem von Dr. Th. Adensamer mehrere auf den Molukken (Batjan) gesammelte sog. Manilakopale erhalten, überdies alle hier erhältlichen Sorten dieses Handelsproduktes, endlich die Sorten des Manilakopals aus den Wiener Sammlungen, darunter Proben aus dem Wiener pharmakognostischen Institute, welche ich Herrn Prof. v. Vogl verdanke; ich habe darunter kein einziges gefunden, welches in (konzentrierter) Chloralhydratlösung sich nicht aufgelöst hätte.

5) Ich verdanke Proben von diesem als Kauriesorte verkauften Manilakopal Herrn L. E. Andés. Im Aussehen und im Geruche ist dieses Harz von echtem Kaurie kaum zu unterscheiden.

im Durchmesser aufweisen. Dies läßt schließen, daß die natürlichen Stücke sehr beträchtliche Dimensionen annehmen können, was ja aus der Miquelschen Beschreibung des Harzes von *Dammara orientalis* hervorgeht. Nach Andés kommen im Handel hin und wieder Stücke vor, welche ein Gewicht von 40 kg erreichen[1]). Doch finden sich auch kleinkörnige Sorten vor; ja in neuester Zeit kommt dieser Kopal auch in gemahlenem Zustande auf den Markt.

Die natürliche Form der Stücke ist klumpig, knollenförmig, auch tropfsteinartig. In der Regel besteht die Handelsware, wie bemerkt, aus Bruchstücken, so daß sich die natürliche Gestalt der Stücke nicht mehr beurteilen läßt.

Die Oberfläche der Manilakopale ist stets im Vergleiche zur Innenmasse matt. Eine eigentliche Verwitterungskruste, wie sie sich an den gegrabenen ost- und westafrikanischen Kopalen und auch am Kauriekopal findet, kommt beim Manilakopal nicht vor. Indes zeigt die Oberflächenschicht namentlich bei den trüben, milchigen Sorten einige charakteristische Besonderheiten. Die Oberflächenschicht solcher Kopale wird beim Liegen bis zu einer Tiefe von einigen Millimetern dunkler infolge eines später zu erörternden Sinterungsprozesses. Aber diese dunklere Schicht wird oberflächlich, wie es scheint durch gegenseitige Abreibung der Stücke, weiß. Doch bedeckt manchmal eine weißliche oder gelbliche etwa papierdünne Verwitterungsschicht die natürlichen Stücke, welche wahrscheinlich infolge lange andauernder Einwirkung der Luft und des Wassers beim Fortschwemmen der Stücke durch Bäche oder durch Regen sich gebildet hat.

Die Farbe des Manilakopals variiert außerordentlich. Gewöhnlich ist dieser Kopal bernsteingelb mit einer Neigung ins milchweiße, bräunliche, rauchgraue. Doch geht die Farbe auch ins honiggelbe, honigbraune, tiefbraune, auch ins schwärzliche und grünliche. Ein und dasselbe Stück ist oft verschiedenfarbig, wolkig, achatartig gestreift. Durch Liegen an der Luft werden alle milchig getrübten Sorten dunkler, was sich namentlich an Bruckstücken leicht verfolgen läßt. Im Innern opak und weiß, fast wie Milch, werden sie beim Lagern an der Luft oberflächlich dunkel. Bei mikroskopischer Untersuchung erkennt man, daß die milchig getrübte Innenmasse von zahllosen kugelförmigen oder ellipsoidischen, von einer gelblichen bis bräunlichen Flüssigkeit (Harzlösung in ätherischem Öl) erfüllten Hohlräumen durchsetzt ist[2]). Beim Liegen

1) Die Fabrikation der Kopallacke. 1895, p. 79.

2) Farblose Flüssigkeitseinschlüsse habe ich im Manilakopal nicht gefunden. Nach Andés (l. c.) soll der Manilakopal bis 12 Proz. Wasser enthalten. Auf meine Veranlassung hat Herr Prof. Bamberger von seinem Assistenten, Herrn F. Böck, eine Untersuchung der Menge des Wassers und des ätherischen Öls eines

an der Luft verschwindet die Flüssigkeit, das Harz sintert zusammen zu einer dem freien Auge homogen erscheinenden Masse, welche bei mikroskopischer Untersuchung farblos, stellenweise aber gelb und braun gefleckt sich darstellt. Stellenweise erscheinen die Stücke des Manilakopals klar und fast farblos. Völlig klare Stücke habe ich aber nie gesehen.

Der Bruch ist muschelig. Die frische Bruchfläche zeigt in der Regel ausgesprochenen Fettglanz. Nur alte, lange gelagerte Stücke bieten Übergänge von Fett- zu Glasglanz dar. Die mit der Nadel geführten Strichlinien sind stets splitterig, es gilt dies sowohl für das milchig getrübte (ölhaltige) als für das vollkommen homogen und durchsichtig gewordene Harz.

Die Härte stimmt bei den verschiedensten Sorten überein. Sowohl die milchigen (ölhaltigen) als die homogen gewordenen (ölfreien) Sorten ritzen den Gips. Nur muß man den Ritzversuch mit scharfkantigen Splittern des Harzes vornehmen. Mit dem Steinsalz stimmen die verschiedenen Sorten des Manilakopals nahe überein; sie sind um eine eben noch erkennbare Spur weicher als jenes. Schmelzpunkt s. oben p. 332.

Der Geruch des Manilakopals ist auffallend, und tritt besonders scharf hervor, wenn man das Harz auf der Handfläche reibt. Der Geruch ist angenehm balsamisch, erinnert an den Geruch der gewöhnlichen Koniferenharze, ist aber viel angenehmer. Vom Geruch des Kaurieharzes ist er kaum zu unterscheiden.

Der Geschmack ist schwach aromatisch. Beim Kauen haftet das Harz an den Zähnen.

e) Die südamerikanischen Kopale.

Die Kopale Südamerikas stammen durchweg von noch jetzt lebenden Bäumen ab. Sie werden entweder von den Rinden der Stammbäume abgenommen oder von den Wurzeln, an denen sie sich oft massenweise ansammeln, abgelöst. In ersterem Falle sind sie nicht selten von Rindenstücken durchsetzt und zeigen eine glatte Oberfläche, im letzteren Falle sind sie von einer Kruste überdeckt.

Als Stammbäume dieser Kopale werden mehrere *Hymenæa*-, *Trachylobium*-, *Vouapa*- und *Icica*-Arten bezeichnet, ferner zwei botanisch noch nicht genau bestimmte brasilianische Bäume, der Jutaicica und der Angiko. Daß einige südamerikanische Kopale von *Hymenæa*-Arten ab-

---

rischen, im Innern noch milchweißen Manilakopals vornehmen lassen, wobei das Wasser direkt durch Gewichtszunahme eines Chlorkalziumrohres ermittelt wurde. Die Wassermenge betrug nur etwa 1 Proz., die Menge des ätherischen Öls etwa 2 Proz. Im Wassergehalt ergab sich ein erkennbarer Unterschied zwischen der äußeren (braunen) und der inneren (milchweißen) Harzmasse; erstere enthielt 0,80, letztere 0,96 Proz. Wasser.

stammen ist nicht zweifelhaft; aber es scheint, als würde man die kopalführende Spezies dieser Gattungen noch nicht ausgemittelt haben. Daß die in der brasilianischen Provinz Amazonas, ferner in Guayana und Venezuela[1]) vorkommende *Hymenæa Courbaril* und die in Parahiba do Norte verbreitete *H. stilbocarpa*, Kopale liefern, kann mit Sicherheit angenommen werden. Hingegen sind die Angaben, daß *Trachylobium*-Arten, z. B. *T. Hornemannianum*[2]), südamerikanische Kopale liefern, gewiß irrtümlich. Denn *Trachylobium* ist ein auf die alte Welt beschränktes Genus[3]); und speziell die zuletzt genannte Spezies ist die Stammpflanze des Sansibarkopals. Nach allem, was wir über die Harze der *Icica*-Arten[4]) (Elemi und Tacamahac) wissen, ist die Herleitung der südamerikanischen Kopale von diesen Gewächsen (*Icica Copal*, *I. heptaphylla* usw.) als höchst ungewiß zu bezeichnen[5]). Daß auch *Vouapa phaselocarpa Mart.* brasilianischen Kopal liefert, wie Henkel angibt[6]), muß einstweilen noch dahingestellt bleiben.

Von allen Kopalen Südamerikas kommt entschieden das Harz der *Hymenæa Courbaril* am häufigsten im Handel vor. Hier folgt dessen Beschreibung. Dieses Harz besteht aus knollenförmigen, bis 10 cm im Durchmesser haltenden Stücken. Nach Fragmenten zu urteilen, dürften aber manche Stücke noch größere Dimensionen haben. Dieser Kopal ist von einer höchstens 2 mm dicken weißen, kreidigen, innen grauweißen hyalinen Kruste bedeckt. Die Oberflächenform der Stücke ist unregelmäßig höckerig; im Querbruch erscheint sie oft schön wellenförmig. Die Farbe geht von Gelb bis in ein tiefes Grün (bouteillengrün) und namentlich sind es die dunkelgrünen Stücke, die sich durch hohe Klarheit und Homogenität auszeichnen. Die Dichte beträgt 1,082. Schmelzpunkt s. oben p. 332. Die Bruchfläche ist entweder eben oder nur schwach gekrümmt, glatt und fettglänzend. Die Strichlinien sind sowohl auf frischer als alter Bruchfläche splitterfrei. Dieser Kopal zeigt noch einen gewissen Grad von Weichheit, indem seine frischen Bruchflächen, mit Leinen- oder Baumwollzeug gerieben, matt werden. Der Geruch ist

---

1) In Venezuela ist *Hymenaea Courbaril* häufig, das Harz wird hier wie in Brasilien »Resina de algarrobo« genannt. S. hierüber A. Ernst, Exposicion nacional de Venezuela. Caracas 1884, p. 268.

2) Hayne, Darstellung und Beschreibung der Arzneigewächse. Leipzig 1856, Bd. IX, Nr. 17 und 18.

3) Gilg, Über die Stammpflanze des Sansibarkopals. Notizblatt des Berliner bot. Gartens **1**, p. 200.

4) Die Ableitung der brasilianischen Kopalsorten von *Icica heptaphylla Aubl.* ist gewiß unrichtig. Das Harz dieses Baumes ist höchstwahrscheinlich identisch mit jenem Harze, welches in Brasilien Almasca heißt.

5) Näheres hierüber s. Gummi und Harze, p. 165.

6) Neues Repert. **13.**

unangenehm leimartig, der Geschmack deutlich bitter. Gekaut, wird das Harz weich und haftet stark an den Zähnen.

Für den Kontinent haben die südamerikanischen Kopale gar keine Bedeutung, sollen hingegen in England als eine amerikanische Anime-Sorte Verwendung finden. Unter den österreichischen Handelssorten finden sich allerdings einige, welche auf südamerikanische Provenienz hindeuten, z. B. die Sorten Brasil und Demerara (Guayana), welche aber nichts anderes als geringe westafrikanische Sorten sind[1]). —

In diesem, den Kopal betreffenden Kapitel ist oftmals auf die unrichtigen zu Verwechslungen Veranlassung gebenden Bezeichnungen der Kopalsorten hingewiesen worden. Wenn nun auch in obiger Darstellung mehrfach eine schärfere Fassung des Umfanges und Begriffes der Kopal-Arten durchgeführt werden konnte, so scheint es doch, wenigstens für den wissenschaftlichen Gebrauch, z. B. bei späteren Untersuchungen über physikalische und chemische Eigenschaften der Kopale, empfehlenswert, diese Arten nach der Stammpflanze zu benennen, also den Sansibarkopal und die anderen ostafrikanischen Kopale gleicher Abstammung als *Trachylobium*-Kopal, den brasilianischen als *Hymenæa*-Kopal, usw. Kaurie- und Manilakopal als *Dammara*-Kopal zusammenzufassen, wäre nur konsequent; da aber der Ausdruck Dammar als Bezeichnung für Harze schon so viel Verwirrung angerichtet hat, so scheint es zweckmäßig, dieses Wort als Bezeichnung für das Dammarharz zu belassen und die beiden zuletzt genannten Kopale als *Agathis*-Kopale zu vereinigen (vgl. p. 215).

Es sei hier noch angeführt, daß sich angeblich aus der Frucht von *Dipteryx odorata* durch Chloroform ein Harz entziehen läßt, welches den besten Sorten von Kopal in den Eigenschaften gleichkommen soll. 1000 g Früchte geben 164 g Kopal. Für Französisch Guyana soll diese Kopalgewinnung von Wichtigkeit sein. Es wird ferner angegeben, daß sich auch aus der Rinde der Bäume das Harz gewinnen lasse[2]).

Chemische Beschaffenheit der Kopale. Kauriekopal. Nach Bottler[3]) quillt der ungeschmolzene Kopal in Alkohol auf und ist darin größtenteils klar löslich; Äther löst dieses Harz teilweise; mit einem Gemisch von Alkohol und Äther erzielt man eine fast vollständige Lösung. Chloroform, Azeton, Benzol, Methylalkohol nehmen wenig von diesem Kopal auf. Gerösteter und geschmolzener Kopal verhalten sich in Bezug auf Löslichkeit dem ungeschmolzenen sehr ähnlich.

Manilakopal. Der ungeschmolzene Kopal löst sich in Alkohol nahezu, in Ätheralkohol bei erhöhter Temperatur vollständig auf. Äther,

1) Nach gefälliger Mitteilung des Herrn L. E. Andés.

2) Heckel und Schlagdenhauffen, Revue des cultures coloniales **12** (1903). S. auch Tropenpflanzer **12** (1903).

3) Bottler, Dinglers Polytechnisches Journal **287** (1893), p. 88.

rein und kampferhaltig sowie Kampferöl nehmen das Harz größtenteils auf. Chloroform und Methylalkohol lösen wenig, in Benzolgemisch löst sich der Manilakopal größtenteils trübe auf. Gerösteter und geschmolzener Kopal verhalten sich ähnlich.

Nach Friedburg[1]) lösen Anilin und seine Homologen, sowie Nitrobenzol, Phenol, Kineol den Kopal (welchen?) ohne jede Vorbereitung, d. h. ohne früheres Schmelzen. Benzaldehyd löst anfangs Kopal vollständig, gleich nachher verdickt sich die Flüssigkeit zu einer bernsteingelben Masse. Eisessig und Chloroform lösen Kopal teilweise, Schwefelkohlenstoff verwandelt denselben in eine plastische Masse, die beim Trocknen zerbrechlich wird. Unter den ätherischen Ölen ist nach Draper[2]) das Kajeputöl das beste Lösungsmittel der Kopale. In Leinöl ist Kopal (welcher?) unlöslich, hingegen in Rizinusöl löslich. Die Lösung mischt sich mit Weingeist, beim Stehen scheidet sich aber ein Teil des Harzes wieder aus[3]). Nach Violette[4]) wird Kalkuttakopal in Leinöl und Terpentinöl löslich, wenn man ihn früher in verschlossenen Gefäßen auf 350—400° C erhitzte.

Nach Bottler[5]) kann man für Kopale folgende Löslichkeitsskala bei Anwendung der gewöhnlichen Lösungsmittel aufstellen: 1. Weiß Angolakopal — am löslichsten —, 2. Manilakopal, 3. Kauriekopal, 4. Kongokopal, 5. Sierra Leonekopal, 6. Hymenæakopal B, 7. Gelb Benguellakopal, 8. Hymenæakopal A, 9. Rot Angolakopal, 10. Weiß Benguellakopal, 11. Kieselkopal, 12. Sansibarkopal — am schwersten löslich[6]).

Von Filhol ist auf die interessante Tatsache aufmerksam gemacht worden, daß der Kohlenstoffgehalt von im gepulverten Zustande aufbewahrten Kopalen geringer wird und derartig aufbewahrte Kopale mit der Zeit in Alkohol, Äther und Terpentinöl völlig löslich werden.

Nach Kressel[7]) zeigt ein guter, nahezu farbloser Sansibarkopal nachstehende Zusammensetzung: C 79,12, H 10,06, O 10,81.

Beim Behandeln des Kopals mit Äther hinterbleibt ein Rückstand (64,5 Proz.), der durch Erhitzen löslich wird. Bei vorsichtigem Erhitzen entweicht ein Gasgemenge bestehend aus 41 Proz. Sumpfgas, 23,5 Proz. Kohlensäure und 35 Proz. Kohlenoxyd. Nach Kressel entstehen beim Erhitzen des Kopals und des unlöslichen Bestandteiles

1) Friedburg, Chemisches Zentralblatt. 1891, I, p. 148.

2) Draper, Chem. News. 1862, p. 184.

3) Stickel, Journ. f. prakt. Chemie **9**, p. 166.

4) Violette, Compt. rend. **63**, p. 461.

5) Bottler, Dinglers Polytechnisches Journal **288** (1893), p. 22.

6) Über die Löslichkeit der Kopalsorten nach Mauch in Chloralhydrat siehe oben p. 333.

7) Kressel, Dinglers Polytechnisches Journal **288** (1893, p. 167. — Chemisches Zentralblatt. 1892, II, p. 636.

Körper, die an Kohlenstoff reicher, an Sauerstoff ärmer sind als die Ausgangsprodukte, aber gleichen Wasserstoffgehalt besitzen.

Unverdorben[1]) hat im Kopal fünf verschiedene Harze aufgefunden, von denen drei in Weingeist löslich, zwei darin unlöslich sind. Ähnliche aber nicht gleiche Ergebnisse erhielt Filhol. Die Unterschiede in den Resultaten beider Forscher beruhen, da sie nach gleicher Methode arbeiteten, zweifelsohne in der Verschiedenheit des Untersuchungsmaterials. Nach Filhols Untersuchungen ist es wahrscheinlich, daß die Harze des Kopals sich nur im Sauerstoffgehalt unterscheiden und in den Lösungsmitteln desto leichter auflösen, je reicher sie an Sauerstoff sind.

Nach Friedburg wirkt ein Gemenge von Dichromat und Schwefelsäure sehr heftig auf Kopal (welchen?) ein und entwickelt einen Geruch nach den trockenen Blättern von *Asperula odorata*. Permanganat wirkt in der Siedehitze oxydierend. Schwefel bewirkt in siedendem Kopal Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Die Destillation von Kauriekopal ergab nach Wallach und Rheindorff[2]) ein dickflüssiges, fluoreszierendes Öl[3]), aus welchem mit Wasserdampf ein leicht bewegliches Öl (22 Proz. des Harzes) gewonnen wurde. Letzteres enthielt etwa 25 Proz. Pinen $C_{10}H_{16}$, reichliche Mengen von Dipenten, ferner ein Produkt, das dem Isopren ähnlich ist, und einen sauerstoffhaltigen Körper.

Nach O. Rößler[4]) läßt sich Kopal und Bernstein dadurch unterscheiden, daß letzterer stets schwefelhaltig, ersterer aber schwefelfrei ist.

Die chemische Zusammensetzung der Kopale wurde durch die zahlreichen Arbeiten von A. Tschirch und seinen Schülern wesentlich aufgehellt und sei im nachfolgenden über die Resultate der genannten Untersuchungen referiert:

A. Neuseeländischer Kaurie-Busch-Kopal von *Dammara australis*.

Der Kauriekopal löst sich in Alkohol, Äther und Essigäther vollkommen und farblos. Petroläther, Chloroform, Toluol, Azeton und Tetrachlorkohlenstoff lösen ihn nur zum Teile. Von 80 proz. Chloralhydratlösung wird er in der Wärme ebenfalls aufgenommen.

Nach den Untersuchungen von Tschirch und B. Niederstadt[5]) hat der Kauriekopal nachstehende Zusammensetzung:

1) Unverdorben und Schweigger, Journal f. Chemie **59,** p. 460 ff.

2) Wallach und Rheindorff, Liebigs Annalen **271** (1892), p. 308.

3) Friedburg, Journ. Americ. Chem. Soc. New York 1890, p. 285.

4) Rößler, Archiv d. Pharm. **237** (1899), p. 239. Chemisches Zentralblatt **70** (1899), I, p. 1292.

5) Tschirch und B. Niederstadt, Archiv d. Pharm. **239** (1901), p. 166.

I. Freie Harzsäuren:

Sodalöslicher Teil 73—75 Proz.

a) Kaurinsäure (krist.) $C_{10}H_{16}O_2$ . . . . . 1,5 Proz.

b) α-, β- Kaurolsäure (amorph) $C_{12}H_{20}O_2$ . . . 48—50 »

c) Kaurinolsäure (amorph) $C_{17}H_{34}O_2$ }
d) Kauronolsäure (amorph) $C_{12}H_{24}O_2$ } . . . 20—22 »

Sodaunlöslicher Teil 24—25 Proz.

II. Ätherisches Öl[1] . . . . . 12,5 Proz.

III. Kauroresen . . . . . 12,2 »

IV. Bitterstoff . . . . . 0,5—1,0 »

Der Kauriekopal gleicht in seiner Zusammensetzung ganz einem Koniferenharz.

B. Harz von *Dammara orientalis* (Manilakopal).

a) Manilakopal, spritlöslich — weich (matt). Der Schmelzpunkt liegt bei 115°.

Manilakopal — weich ist in Alkohol klar löslich, fast löslich in Azeton, teilweise in Essigäther, Chloroform, Toluol, Benzol, Eisessig und Methylalkohol, fast unlöslich in Petroläther. Nach Mauch ist das Harz in 80 proz. Chloralhydratlösung löslich und diese Tatsache ist ein Erkennungsmittel von Harzen der Dipterocarpeen und Koniferen. Denn erstere sind in dem genannten Lösungsmittel unlöslich, während Kolophonium, Kaurie- und Manilakopale ganz oder teilweise darin löslich sind.

A. Tschirch und M. Koch[2] geben für die Zusammensetzung des Manilakopals — weich folgende Resultate an:

I. Freie Harzsäuren (79 Proz. in Soda löslich).

Mankopalinsäure (krist.) $C_8H_{12}O_2$ }
Mankopalensäure (amorph) $C_8H_{14}O_2$ } . 4 Proz.

α-, β- Mankopalolsäure (amorph) $C_{10}H_{18}O_2$ 75 »

---

1) Der Geruch des ätherischen Öls ist sehr angenehm und erinnert an Melisse oder Zitrone; das spez. Gewicht beträgt bei + 15° 0,835. Der Siedepunkt liegt zwischen 150—160°. (Tschirch und Niederstadt, l. c., p. 166.)

2) Tschirch und M. Koch, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 220.

II. (20 Proz. in Soda unlöslich).

Mankopaloresen $C_{20}H_{32}O$	12 Proz.
Ätherisches Öl[1])	6 »
Wasser	2 »
Spuren Bitterstoff (Bernsteinsäure) und verunreinigende Substanzen	1 »

b) Manilakopal[2]) hart (glänzend). Der Schmelzpunkt dieses Harzes liegt bei 120°, die Löslichkeit desselben ist ähnlich wie bei der soeben beschriebenen Sorte.

Das Harz besteht aus nachfolgenden Substanzen:

I. Freie Harzsäuren (80 Proz. in Soda löslich).

α-, β- Mankopalolsäure (amorph) $C_{10}H_{18}O_2$ 80 Proz.

II. (20 Proz. in Soda unlöslich).

Mankopaloresen $C_{20}H_{32}O$	12 Proz.
Ätherisches Öl[3])	5 »
Wasser	2 »
Spuren Bitterstoff (Bernsteinsäure) und verunreinigende Substanzen	1 »

Der Unterschied zwischen den beiden Proben von Manilakopal besteht darin, daß aus der einen Kopalsorte eine kleine Menge einer kristallisierten Säure gewonnen werden konnte, die in der anderen fehlte.

C. Sansibarkopal.

Tschirch und Stephan[4]) untersuchten einen Sansibarkopal und fanden, daß sich dieser teilweise in Azeton, Benzol, Eisessig, Chloroform, Petroläther, Toluol, Schwefelkohlenstoff, Äther und Amylalkohol, reichlich in Mischungen von Alkohol mit Äther, Benzol oder Chloroform, vollständig bei längerer Digestion in 96 proz. Alkohol und Schwefelsäure löst.

Das mit Alkohol gereinigte Harz bildet einen weißen Körper, der von obengenannten Lösungsmitteln reichlicher als das Rohharz aufgenommen wird und aus dem sich zwei Säuren, die Trachylolsäure

---

1) Das ätherische Öl bildet in frischem Zustande eine wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit von angenehmem Geruche. Der Siedepunkt liegt zwischen 165—170°. (Tschirch-Koch, l. c., p. 219.)

2) Tschirch und Koch, Archiv d. Pharm. **240** (1902), p. 229.

3) Das ätherische Öl unterscheidet sich in nichts von dem aus Manilakopal (weich — matt) erhaltenen.

4) Tschirch und Stephan, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 552.

$C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$ und die Iso-Trachylolsäure $C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$ gewinnen ließen, Substanzen, die weiße Pulver vom Schmelzpunkt 165° und 105—107° darstellen.

Kopal enthält ferner noch zwei Resene, von denen das α-Kopalresen $C_{41}H_{68}O_4$ bei 75—77°, das β-Kopalresen $C_{25}H_{38}O_4$ bei etwa 140° schmilzt.

Aus Sansibarkopal ließ sich noch ein schwach gelb gefärbter Bitterstoff gewinnen, der in Wasser und Alkohol löslich, aber nicht kristallisiert erhalten werden konnte und nicht zur Klasse der Glykoside gehört.

Das im Kopal enthaltene ätherische Öl ist schwach gelb gefärbt, dickflüssig und von harzartigem Geruch. Bei der fraktionierten Destillation geht die Hauptmenge zwischen 200—215° über.

Unter den Produkten der trockenen Destillation des Rohharzes finden sich Milchsäure und ein Kohlenwasserstoff C_7H_{12}, der bei 150 bis 151° siedet.

Sansibarkopal enthält nach Tschirch und Stephan:

Trachylolsäure	80,00 Proz.
Iso-Trachylolsäure	4,00 »
Resene (α- und β-Kopalresen) . .	6,00 »
Verunreinigungen	0,42 »
Asche	0,12 »
Bitterstoff, ätherisches Öl, Verluste	9,46 »
	100,00 Proz.

Bottler[1]) hat die Einwirkung von Kalilauge auf verschiedene Kopalsorten studiert und gefunden, daß der Sansibarkopal sich sowohl gegen alkoholische als wässerige Alkalien viel resistenter erweist als die westafrikanischen Kopale. Letztere, mit Ausnahme des Weiß Benguellakopals, ließen sich fast vollständig verseifen und aus den Lösungen der Alkaliresinate konnten die Harzsäuren ausgefällt werden. Nach Bottler bestehen diese Kopale zum größten Teile aus Harz- oder Resinolsäuren; geringe Mengen ätherischer Öle und Farbstoffe sind auch vorhanden. Weiß Benguellakopal und Kongokopal enthalten außer freien Harzsäuren auch Resene wie der Sansibarkopal, aber in geringerer Quantität.

D. Beninkopal.

Der Beninkopal löst sich in einem Gemisch von Ätheralkohol vollständig, während er von den meisten indifferenten Solventien sowie von Eisessig nur teilweise aufgenommen wird.

---

1) Bottler, Dinglers Polytechnisches Journal **306** (1897), p. 212. — Chemische Revue **5** (1898), p. 13, Ref.

Der von Tschirch und M. Kahan[1]) untersuchte Beninkopal entspricht folgender Zusammensetzung:

I. In Äther löslich etwa 49—50 Proz.

1.	Beninkopalsäure (amorph) $C_{17}H_{32}O_4$ . . .	etwa	9 Proz.
2.	α-Beninkopalolsäure (amorph) $C_{13}H_{32}O_6$		
3.	β-Beninkopalolsäure (amorph) $C_{20}H_{30}O_2$	»	25 »
4.	Beninkopalensäure $C_{27}H_{48}O_2$	»	6 »
5.	α-Beninkopaloresen	»	6 »
6.	Ätherisches Öl[2])		3 »

II. In Äther unlöslich 50 Proz. Davon lösen sich in Atheralkohol

	α-Beninkopalinsäure (amorph) $C_{21}H_{30}O_3$		
	β-Beninkopalinsäure $C_{15}H_{28}O_3$	. .	etwa 47 Proz.
	β-Beninkopaloresen $C_{12}H_{30}O_{10}$ . . .		
	γ-Beninkopaloresen $C_{13}H_{26}O_4$		1 »

III. In Ätheralkohol unlöslich . . . . . 2 »

E. Accrakopal.

Die Löslichkeitsverhältnisse bei dieser Kopalsorte gleichen vollständig denen des Beninkopals.

Tschirch und M. Kahan[3]) fanden nachstehende quantitative Zusammensetzung:

I. In Äther löslich etwa 46 Proz.

1.	Accrakopalsäure (amorph) $C_{21}H_{34}O_3$ . . .	etwa	11 Proz.
2.	α-Accrakopalolsäure (amorph) $C_{18}H_{30}O_2$		
	β-Accrakopalolsäure (amorph) $C_{19}H_{32}O_2$	»	13 »
3.	α-Accrakopalensäure $C_{10}H_{20}O_2$		
	β-Accrakopalensäure $C_{12}H_{20}O_3$		6 »
4.	α-Accrakopaloresen $C_{15}H_{36}O_6$		8 »
5.	Ätherisches Öl[4])		8 »

II. In Äther unlöslich etwa 53 Proz.

1.	Accrakopalinsäure (amorph) $C_{14}H_{26}O_3$		32 »
2.	β-Accrakopaloresen $C_{13}H_{26}O_3$		1 »
3.	γ-Accrakopaloresen $C_{10}H_{20}O_3$		19 »

III. In Ätheralkohol unlöslich etwa 1 Proz.

---

1) Tschirch und M. Kahan, Archiv d. Pharm. **248** (1910), p. 442.

2) Das ätherische Öl bildet eine wasserhelle, farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit. Siedepunkt 180—256°.

3) Tschirch und M. Kahan, Archiv d. Pharm. **248** (1910), p. 450.

4) Das ätherische Öl siedet bei 164—266°.

F. Kongokopal.

In den gewöhnlichen indifferenten Solventien ist der Kongokopal zum Teile löslich.

Tschirch und A. Engel[1]) konnten folgende Zusammensetzung ermitteln:

I. In Äther löslich etwa 60 Proz.

1. Kongokopalsäure — Rohsäure — (amorph) $C_{18}H_{29}\cdot COOH$ . . . . . etwa 48—50 Proz.
2. α-Kongokopaloresen . . . . . » 5—6 »
3. Ätherisches Öl . . . . . 3—4 »

II. In Äther sind unlöslich 40 Proz. Davon lösen sich in Alkoholäther 35—36 Proz.

1. Kongokopalolsäure (amorph) $C_{21}H_{33}O\cdot COOH$ etwa 22 Proz.
2. β-Kongokopaloresen . . . . . » 12 »
3. Verunreinigungen und Asche . . . . . » 4—5 »

Das von dem Kongokopal gewonnene ätherische Öl stellt eine wasserhelle, angenehm riechende Flüssigkeit dar. Bei der Destillation geht die Hauptmenge bei 165—168° über.

G. Benguellakopal (weiß).

Der untere Schmelzpunkt liegt bei 106—108°, der obere bei 156 bis 158°. Bezüglich der Löslichkeit dieses Kopals gilt das bei dem Kongokopal erwähnte.

Tschirch und A. Engel[2]) geben folgende annähernde quantitative Zusammensetzung:

I. In Äther löslich etwa 55 Proz.

1. Bengukopalsäure — Rohsäure — amorph $C_{19}H_{30}O_2$ . . . . . etwa 43—45 Proz.
2. α-Bengukopaloresen . . . . . » 4—5 »
3. Ätherisches Öl . . . . . 3—4 »

II. In Äther sind unlöslich 45 Proz. Aus der Alkoholätherlösung wurde isoliert

1. Bengukopalolsäure (amorph) $C_{21}H_{32}O_3$ etwa 22 Proz.
2. β-Bengukopaloresen $C_{22}H_{36}O_2$ . . . » 14—16 »
3. Verunreinigungen und Asche . . . » 5—6 »

Die Hauptmenge des ätherischen Öls geht bei 148—155° über.

In nachfolgender Tabelle sind die Bestandteile und die Zusammensetzung der verschiedenen Kopalsorten übersichtlich zusammengestellt.

1) Tschirch und A. Engel, Archiv d. Pharm. **246** (1908), p. 300.
2) Ebenda p. 305.

Bestandteile und Zusammensetzung der Kopale.

Name	Harzsäuren		Resene	Ätherisches Öl Prozent
Kauriekopal	Kaurinsäure (krist.) $C_{10}H_{16}O_2$, 1,5 Proz. α-, β- Kaurolsäure (amorph) $C_{12}H_{20}O_2$, 48 bis 50 Proz.	Kaurinolsäure (amorph) $C_{17}H_{34}O_2$ Kauronolsäure (amorph) $C_{12}H_{24}O_2$ } 20—22 Proz.	Kauroresen, 12,2 Proz.	12,5
Manilakopal (spritlöslich, weich, matt)	Mankopalinsäure (krist.) $C_8H_{12}O_2$ Mankopalensäure (amorph) $C_8H_{14}O_2$ } 4 Proz.	α-, β- Mankopalolsäure (amorph) $C_{10}H_{18}O_2$, 75 Proz.	Mankopaloresen $C_{20}H_{32}O$, 12 Proz.	6
Manilakopal (hart, glänzend)	α-, β- Mankopalolsäure (amorph) $C_{10}H_{18}O_2$, 80 Proz.	—	Mankopaloresen $C_{20}H_{32}O$, 12 Proz.	5
Sansibarkopal	Trachylolsäure $C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$, 80 Proz. Iso-Trachylolsäure $C_{54}H_{85}O_3(OH)(COOH)_2$, 4 Proz.	—	α-Kopalresen $C_{41}H_{68}O_4$ β-Kopalresen $C_{25}H_{38}O_4$ } 6 Proz.	—
Beninkopal	Beninkopalsäure (amorph) $C_{17}H_{32}O_4$, etwa 9 Proz. α-Beninkopalolsäure (amorph) $C_{13}H_{32}O_6$ β-Beninkopalolsäure (amorph) $C_{90}H_{30}O_2$ } etwa 25 Proz. Beninkopalensäure $C_{27}H_{48}O_2$, etwa 6 Proz.	α-Beninkopalinsäure (amorph) $C_{21}H_{30}O_3$ β-Beninkopalinsäure $C_{15}H_{28}O_3$	α-Beninkopaloresen, etwa 6 Proz. β-Beninkopaloresen $C_{12}H_{30}O_{10}$, γ-Beninkopaloresen $C_{13}H_{26}O_4$, 1 Proz.	3
Accrakopal	Accrakopalsäure (amorph) $C_{21}H_{34}O_3$, etwa 11 Proz. α-Accrakopalolsäure (amorph) $C_{18}H_{30}O_2$ β-Accrakopalolsäure (amorph) $C_{19}H_{32}O_2$ } etwa 13 Proz.	α-Accrakopalensäure $C_{10}H_{20}O_2$ β-Accrakopalensäure $C_{12}H_{20}O_3$ } 6 Proz. Accrakopalinsäure (amorph) $C_{14}H_{26}O_3$, 32 Proz.	α-Accrakopaloresen $C_{15}H_{36}O_6$, 8 Proz. β-Accrakopaloresen $C_{13}H_{26}O_3$, 1 Proz. γ-Accrakopaloresen $C_{10}H_{20}O_3$, 19 Proz.	8
Kongokopal	Kongokopalsäure (amorph) $C_{18}H_{29}COOH$, etwa 48—50 Proz. Kongokopalolsäure (amorph) $C_{21}H_{33}O.COOH$, etwa 22 Proz.	—	α-Kongokopaloresen, etwa 5 bis 6 Proz. β-Kongokopaloresen, etwa 12 Proz.	3—4
Benguellakopal (weiß)	Bengukopalsäure (amorph) $C_{19}H_{30}O_2$, etwa 43—45 Proz. Bengukopalolsäure (amorph) $C_{21}H_{32}O_3$, etwa 22 Proz.	—	α-Bengukopaloresen, etwa 4 bis 5 Proz. β-Bengukopaloresen $C_{22}H_{36}O_2$, etwa 14—16 Proz.	3—4

Im Handel erscheinen auch manche Kunstprodukte als Kopal. Es sind durchweg aus pulverigen Kopalabfällen durch Zusammenschmelzen erhaltene Produkte. Hierher gehört z. B. Morgans Sierra Leone Block-Kopal, ein hellgrauer, kristallinisch aussehender Körper, welcher, angeblich aus Abfällen von Sierra Leone-Kopal, durch heißes Wasser und Anwendung von Druck zu einer kompakten Masse zusammengeschmolzen wird [1]).

Der Kopal bildet eines der wichtigsten Rohmaterialien zur Darstellung von Lacken und Firnissen. In Chloroform oder Benzol gelöster Kopal wird als Kaltlack in der Photographie verwendet. Um die Löslichkeit des Harzes in den genannten Mitteln zu befördern, wird der Kopal vorher geschmolzen. Größere, durchsichtige und homogene Stücke des Sansibarkopals werden so wie Bernstein zu Dreh- und Schnitzarbeiten verwendet. Nach Welwitsch läßt sich der Angolakopal hierzu gleichfalls verwenden.

Über die Geschichte des Kopals ließ sich nur sehr wenig ermitteln. Nach Th. Schreger [2]) bezeichnen die Indianer alle durchsichtigen Harze mit dem Worte Kopalli. Nach J. A. H. Murray [3]) ist Kopalli ein mexikanisches (aztekisches) Wort, für Weihrauch gebraucht, Kopalliquahuitl so viel wie Harzbaum (zuerst bei Molina). Wahrscheinlich wurden süd- und zentralamerikanische Harze, welche den Namen Kopalli führten, früh nach Europa gebracht und zu Lacken und Firnis verwendet, und man hat dann andere, für den gleichen Zweck benutzte Harze ebenso bezeichnet, woraus der internationale Ausdruck Kopal entstanden sein dürfte. In Europa war Kopal am Ende des achtzehnten Jahrhunderts, wahrscheinlich aber schon viel früher, ein bekanntes, gewerblich verwendetes Harz.

Anhang.

Japanischer Lack.

Im Anschluß an die Kopale, diesen wichtigsten Rohmaterialien der Lackfabrikation, sei hier in Kürze jenes Rohstoffes gedacht, welcher zur Verfertigung der berühmten japanischen Lackarbeiten dient. Dieses Rohmaterial hat nunmehr auch für die europäische Industrie Bedeutung erlangt, indem jetzt sehr erhebliche Quantitäten desselben nach England und Deutschland gebracht und zur Herstellung wertvoller Lackarbeiten verwendet werden [4]).

1) L. E. Andés, l. c., p. 76.

2) Enzyklopädie von Ersch und Gruber **19** (1829), p. 246.

3) Dictionary **2.** Oxford 1893, p. 967.

4) Die Verwendung des japanischen Lackes in der europäischen Industrie geht von einer japanisch-englischen Gesellschaft aus. Die mit letzterer in Verbindung stehende Rhus-Kompagnie, anfangs zu Feuerbach bei Stuttgart, seit Mai 1899 in Frankfurt a. M., beschäftigt sich mit dem Import japanischen Lackes und mit dessen Einführung in die deutsche Industrie. Vgl. Note 2 auf p. 370.

Die japanischen Lackarbeiten sind bekannt genug. Kein anderer Lack ist durch so große Härte, durch so schönen Glanz und durch so große Widerstandskraft gegen hohe Temperaturen und gegen lösende Agentien ausgezeichnet, wie der japanische. Besonders merkwürdig ist seine Resistenz gegenüber lösenden Reagentien; er ist, wie H. W. Vogel sich ausdrückt, »säure- und alkoholfest« und findet deshalb nicht nur zu feiner Lackarbeit Verwendung, sondern wird vielfach als Überzug von Gefäßen und Apparaten benutzt, welche technischem Gebrauche dienen und insbesondere in der Photochemie Verwendung finden.

Der japanische Lack ist allerdings eine chinesische Erfindung, welche aber von den Japanern zu so großer Vollkommenheit gebracht wurde, daß die japanischen Lackarbeiten die chinesischen weit überflügelten.

Über den japanischen Lack finden sich in der Literatur viele unrichtige Angaben, und namentlich wird die Herstellung des Rohlackes als Geheimnis hingestellt, während nach verläßlichen, auf Autopsie beruhenden Berichten die Erzeugung des Rohlackes in Japan ganz offen betrieben wird und in allen Einzelheiten bekannt geworden ist [1]).

Der japanische Lack (von den Japanern urushi genannt) darf seinem Wesen nach nicht mit unseren Lacken verglichen werden, welche Gemische von Harzen und bestimmten Lösungsmitteln sind, er ist vielmehr ein unmittelbares Naturprodukt (Wagener). Es hat nämlich der Saft des Baumes, wie weiter unten näher auseinandergesetzt wird, die Fähigkeit, ohne Abgabe von Wasser oder flüchtigem Öl an der Luft zu erstarren. Man unterscheidet in Japan den Rohlack und den gereinigten Lack.

Der Rohlack ist der Harzsaft des Lackbaumes *Rhus vernicifera* [2]) (jap.: Urushi-no-ki), welcher in China, Japan und in Indien (Nepal, Kumaon, Gurhwal) wild wächst und in China und Japan in ausgedehntem Maßstabe kultiviert wird. Über die Anpflanzung des Lackbaumes in Indien berichtet Watt, Econ. Prod. of India VI (1892), p. 501; über die Kultur des Baumes in Oran Leroy, Assoc. franç. pour l'avancement des sciences, 1888. Auch in Deutschland und anderen Gebieten Mitteleuropas läßt sich der Baum fortbringen. Möbius, Der japan. Lackbaum. 1899. Tschirch, l. c., I, p. 856. Die bedeutendsten Lackbaum-Distrikte

1) Über den japanischen Lack und dessen technische Anwendung s. hauptsächlich: Wagener in Dinglers Polytechn. Journal. **218** (1875). — Rein, Das japanische Kunstgewerbe. Österr. Monatsschrift für den Orient. 1882. — Rein, Japan nach Reisen und Studien. Bd. II. Leipzig (Engelmann) 1886, p. 400 ff. — Dumontier, La laque et les huiles à laquer. Hannoi 1892. — Tschirch und Stevens, Archiv der Pharmazie. Bd. **243** (1906). Auch Tropenpflanzer **10** (1906).

2) In China soll nicht nur der Harzsaft von *Rhus vernicifera D. C.*, sondern auch der von *Rhus silvestris Sieb. et Zucc.* zu Lackarbeiten verwendet werden. S. hierüber oben p. 225.

liegen in Japan zwischen dem 36. und 39. Grad n. Br. Diese Bezirke liefern etwa 75 Proz. des gesamten japanischen Lackes.

Der Harzsaft des Lackbaumes kommt, wie Möbius angibt[1]), in zahlreichen der Rinde angehörigen schizogen entstandenen Behältern vor, die man vergleichsweise am besten als Milchsaftkanäle bezeichnen kann.

Wenn der Baum einen kräftigen Stamm entwickelt hat, d. i. vom 9—10. Lebensjahre an, wird er mittelst eines Ritzmessers verwundet. Man bringt einen horizontal laufenden, etwa 2 mm breiten »Gürtelschnitt« an, welcher durch die äußere Rinde bis in den Bast hinein reicht. Diese Gürtelschnitte werden oftmals wiederholt. An den Ritzwunden tritt alsbald eine Emulsion hervor, niemals aber in so großer Menge, daß man dieselbe in Gefäßen auffangen könnte. Diese Emulsion muß vielmehr mit einer Art Spatel oder Löffel aus den schmalen rinnenförmigen Rindenwunden herausgekratzt werden. Der Arbeiter sammelt die Masse in einem aus Holz oder Bambusrohr verfertigten Behälter.

Der so erhaltene Rohlack (Ki-urushi) bildet eine grauweiße, mehr oder weniger dickflüssige Emulsion; er wird vom Frühling bis zum Herbst gesammelt. Brauchbar ist schon das dünnflüssige Frühlingsprodukt, aber besser ist die Herbsternte; am höchsten wird der im Hochsommer gesammelte Lack geschätzt.

Den besten Lack liefert der Hauptstamm, geringer ist der Harzsaft der Äste. Die geringste Sorte bildet jener Lack, welcher aus abgehackten Ästen durch Wärme oder durch Auskochen in Wasser gewonnen wird.

Die starken Rindenverletzungen greifen den auf Lack ausgebeuteten Baum so an, daß er endlich keinen Saft mehr hervorbringt. Der erschöpfte Baum wird geschlagen. Ein Baum liefert im Durchschnitt 53 ccm oder 54 g Rohlack. Die Dichte des Rohlackes ist nämlich nur um geringes von der des Wassers verschieden. Nach den von Korschelt[2]) ausgeführten Bestimmungen beträgt die Dichte des Rohlackes 1,0200 bis 1,0379.

Der Rohlack wird in Kübeln (Taru) versendet, deren Dauben aus Sugu-Holz (Holz von *Cryptomeria japonica*) angefertigt und mit Bambusreifen verbunden sind. Der Verschluß dieser Kübel, welche je 3,7 kg Rohlack enthalten, ist ein sehr vollkommener. Auf guten Verschluß der zur Aufnahme des Rohlackes dienenden Gefäße kommt es sehr an, denn nur gegen Luft und Licht geschützt, bleibt der Rohlack flüssig.

Das Reinigungsverfahren, durch welches der Rohlack in gereinigten Lack (Ki-shō-mi) umgewandelt wird, besteht darin, daß der erstere durch ein eigentümliches Preßverfahren von Unreinigkeiten befreit wird.

1) Möbius, l. c.

2) Korschelt und H. Yoshida, The Chemistry of Japanese Lacquer. Transact. As. Soc. Japan **12**, p. 182 ff.

Man preßt den Rohlack nach einigen Angaben durch einen Baumwollen- oder Hanfstoff, nach anderen durch das bekannte japanische Papier, welches aus den Bastfasern der *Broussonetia papyrifera* besteht und in vielen seiner Formen einen gewebeartigen Charakter an sich trägt[1]). Der gereinigte Lack hat eine graue bis lohbraune Farbe und besitzt Sirupkonsistenz. Die Dichte ist von der des Rohlackes nicht verschieden. Ein schwacher, »süßlicher« Geruch soll diesem Lack eigentümlich sein.

Nach den mikroskopischen, von Rein[2]) angestellten Untersuchungen bildet der gereinigte Lack bei stärkerer Vergrößerung eine bräunliche Masse mit eingestreuten größeren und kleineren Kügelchen. Die größeren Kügelchen sind nur spärlich vertreten, erscheinen farblos und hell und lösen sich in Wasser auf. Die kleineren Kügelchen werden durch Wasser nicht verändert, aber durch absoluten Alkohol in Lösung übergeführt.

Nach Rein lösen sich vom japanischen Lack 60—80 Proz. in den gewöhnlichen Lösungsmitteln der Harze, nämlich in Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff und Benzol, auf. Dem Wasser gegenüber verhält sich der Lack nicht vollständig indifferent; nach längerer Zeit extrahiert Wasser einige Prozente fester Substanz.

Der Rohlack ist ein Harz (streng genommen Gummiharz), welches sich von den anderen Harzen dadurch unterscheidet, daß in demselben als Begleiter des Gummi ein eigentümliches Enzym auftritt, welches die Erhärtung des Lackes an der Luft durch Oxydation bewirkt. Diese Erhärtung erfolgt unabhängig von Erwärmung; sie erfolgt aber auch unabhängig von Verdunstung, denn sie findet auch im absolut feuchten Raume statt. Die Erhärtung ist ausschließlich auf die Wirkung des schon genannten Enzyms zurückzuführen, welches den Charakter einer Oxydase hat, von Bertrand[3]) entdeckt und von ihm Laccase genannt wurde. In dem von Tschirch aufgestellten chemischen System der Harze räumt der Verfasser dem japanischen Rohlack, wegen des Besitzes dieses eigentümlichen, seinen Charakter bestimmenden Enzyms, eine besondere Stellung ein. Er stellt dieses Gummiharz in die Gruppe der Enzymoresine[4]).

Chemische Beschaffenheit des Japanlackes[5]) (Ki-urushi).

---

1) Diese geschmeidigen Papiersorten werden in Japan vielfach so benutzt wie bei uns Gewebe, z. B. als Taschentücher.

2) l. c., p. 410.

3) Recherches sur la laccase, nouveau ferment etc. Ann. de Chimie et de Phys. VI. Sér. (1897).

4) l. c., 1906, I, p. 851.

5) Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 851.

Tschirch und A. B. Stevens[1]) untersuchten zwei Muster von Japanlack, welche filtrierte Ki-urushi d. h. also Ki-shō-mi waren.

Das zuerst mit Alkohol, dann mit kaltem Wasser behandelte Produkt ergab folgende Zahlen:

In Alkohol löslich	72,40 Proz.
In Wasser löslich	4,05 »
Rückstand . . .	2,35 »
Wasser	21,20 »

Der Lack hat eine hellgraugelbe Farbe und besitzt die Konsistenz eines Balsams. Der Luft exponiert, dunkelt er schnell und es bildet sich an der Oberfläche eine undurchlässige Haut, die eine weitere Veränderung verhindert. Das Dunkelwerden des Lackes wird durch die Einwirkung der in demselben befindlichen Laccase auf die Primärharze in Gegenwart von Wasser bewirkt. Der unoxydierte Teil des Harzes wird Urushin, der oxydierte Oxyurushin genannt.

Das in Alkohol lösliche Harz (Lackharz) enthielt Essigsäure. Ferner ließ sich aus der alkoholischen Lösung das Oxyurushin isolieren. Petroläther bewirkt eine Trennung des Harzes in eine in diesem Lösungsmittel lösliche und eine darin unlösliche Fraktion.

Tschirch und Stevens fanden, daß die von Yoshida und Korschelt untersuchte Urushinsäure oder Lacksäure, d. h. der alkohollösliche Anteil des Lackes, das Laccol Bertrands ein Gemisch ist.

Keiner der Anteile des Gemisches war kristallinisch zu erhalten und alle zeigen die Tendenz sich zu verändern.

Das Urushin und Oxyurushin enthalten Stickstoff und sind dies die ersten Harzkörper, in denen dieses Element nachgewiesen werden konnte. Besonders ist hervorzuheben, daß der ursprüngliche Harzkörper sehr leicht oxydierbar ist. Diese Oxydation erfolgt sehr schnell durch die Laccase in Anwesenheit von Wasser und Luft.

Die wertvollen Eigenschaften des Japanlackes, besonders seine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen alle Agentien sind durch die Eigenart des Oxyurushins bedingt. Letzteres entsteht beim Lackieren durch die Einwirkung der Laccase auf die Primärharze. Ferner bildet sich dieser unlösliche und inerte Körper aber auch immer beim Eindampfen der Lösungen sowie beim Trocknen der Lösungsrückstände.

Der alkoholunlösliche Anteil des Japanlackes besteht vorwiegend aus erhärtetem Lack.

---

1) Tschirch und A. B. Stevens, Archiv der Pharm. **243** (1905), p. 504. In genannter Arbeit ist auch die den Japanlack betreffende Literatur angegeben.

Im Japanlack findet sich eine giftige Substanz (Lackgift), welche die sogenannte Lackkrankheit (Urushi-Kaburé) bewirkt.

Nur der in dem Petroläther lösliche Teil des Lackharzes zeigte giftige Eigenschaften. Die giftige Substanz, die von Tschirch und Stevens Verniciferol genannt wird, stellt ein Öl vor, das bis jetzt noch nicht in reinem Zustand erhalten werden konnte. Das Gift ist nicht flüchtig, wird durch Erwärmen nicht unwirksam und wirkt nur lokal. Daher muß es rasch und gründlich von den Stellen entfernt werden, wohin es gelangt[1]).

Bertrand nennt das im Japanlack enthaltene Gemisch von Gummi und Oxydase Laccase[2]). Tschirch und Stevens geben an, daß es auf keine Weise gelingt, das Gummi von der Oxydase zu trennen. Beim Erhitzen des Gummi-Laccase-Gemisches mit Ätzalkalien bildet sich nicht, wie Bertrand annahm, Ammoniak, sondern Pyrrol.

Die Oxydase, das oxydierende Ferment des Japanlackes, ist noch nicht in reinem Zustand erhalten worden. Tschirch schlägt vor, die mit gummiartigen Substanzen vergesellschafteten Oxydasen Gummasen (Gummi-Enzyme, Gummi-Oxydasen) zu nennen. Die Laccase ist daher eine Lack-Gummase[3]).

Das Lackieren wird nicht unter Zuhilfenahme künstlicher Wärme vorgenommen, auch die Sonnenwärme wird vermieden. Es erfolgt bei 10—25° C. Die Temperatur von 30° soll bei dieser Prozedur nicht überschritten werden. —

Die verschiedenen Färbungen der japanischen Lackarbeiten kommen dadurch zustande, daß dem gereinigten Lack feinverteilte Farbstoffe (Rußkohle, Bleiweiß, Auripigment, Zinnober, Indigo usw.) zugesetzt werden.

Von der Rhus-Kompagnie in Frankfurt a. M. wurde mir auf mein Ansuchen der von ihr verwendete japanische Lack in kleiner Menge zur Verfügung gestellt. Nach den mir von der genannten Firma gemachten Mitteilungen stammt dieser Lack von *Rhus vernicifera*, wird aus Japan importiert, soll aber mit dem gewöhnlichen gereinigten Lack der Japaner nicht übereinstimmen, wenngleich er unter allen von der Rhus-Kompagnie in den Handel gesetzten Produkten dem echten japanischen Lack am nächsten steht. Wodurch sich der mir übermittelte Lack von dem echten Lack der Japaner unterscheidet, wurde mir nicht bekannt gegeben.

Dieser japanische Lack[4]) — ich nenne ihn zum Unterschiede vom

---

1) Tschirch und Stevens, l. c., p. 531.

2) Siehe auch F. Lafar, Handbuch der technischen Mykologie. 2. Aufl. (1907), I. Bd., p. 679.

3) Tschirch und Stevens, l. c., p. 553.

4) Die mir zur Verfügung gestellte Menge des Rhuskompagnie-Lackes war nur eine sehr kleine, so daß die Bestimmung der Dichte und Löslichkeit in Alkohol nicht

echten japanischen Lack: Rhuskompagnie-Lack — bildet eine graugelbliche, sirupdicke Flüssigkeit, welche gleich dem echten japanischen Lack sich an der Luft rasch in eine bräunliche und später schwärzliche Masse verwandelt. Während aber der echte japanische Lack selbst im feuchten Schranke in 1—2 Tagen vollkommen eintrocknet, tritt bei dem Rhuskompagnie-Lack selbst nach Wochen keine völlige Erstarrung ein. In der Wärme des Luftbades tritt allerdings rasch das Eintrocknen ein, wodurch der Rhuskompagnie-Lack sich vom echten japanischen Lack unterscheiden würde; denn nach allen Berichten über die Herstellung der japanischen Lackwaren führt erhöhte Temperatur nicht zum Festwerden des Lackes.

Der Rhuskompagnie-Lack sinkt im Wasser unter, seine Dichte beträgt bei 20° C 1,057[1]), er verteilt sich in Chloralhydrat und bildet nach einiger Zeit eine klare braune Lösung, auf welcher eine überaus feinkörnige rußartige Masse schwimmt. In absolutem Alkohol lösen sich etwa 55,4 Proz. auf. Es scheint überhaupt in betreff der Löslichkeit in den gewöhnlichen Harzlösungsmitteln kein Unterschied zwischen dem echten japanischen Lack und dem Rhuskompagnie-Lack zu bestehen. Hingegen finde ich, daß der Rhuskompagnie-Lack im Mikroskope ein anderes Bild darbietet, als der echte japanische Lack nach Reins oben mitgeteilter Beschreibung. Unterm Mikroskop erscheint der erstere nämlich als eine klare farblose Flüssigkeit, in welcher dicht nebeneinander überaus kleine Kügelchen liegen, welche zweifellos Tröpfchen sind, da sie nach längerem Liegen des Präparates zu größeren Tropfen zusammenfließen. Diese größeren Tropfen sind zum größeren Teile lichtbräunlich und nehmen immer mehr und mehr eine dunklere Färbung an, zum geringen Teile sind und bleiben diese größeren Tropfen farblos. Zwischen den früher genannten feinen Tröpfchen erscheinen in der farblosen flüssigen Grundmasse feste, anscheinend ungeformte farblose Körper, welche im Polarisationsmikroskope aufleuchten. Nach längerem Liegen des Präparates scheiden sich Kristalle aus, welche dem hexagonalen System anzugehören scheinen. Beim Erstarren der Masse nimmt die Menge der Kristalle zu. Die früher genannten ungeformt erscheinenden doppeltbrechenden Körper scheinen mit den ausgeschiedenen Kristallen substantiell identisch zu sein.

Läßt man den Rhuskompagnie-Lack erhärten, so bekommt man unterm Mikroskop dasselbe Bild, welches echter (einfacher, dunkler, nicht besonders gefärbter) japanischer Lack darbietet. Man sieht nämlich eine in dünner Schicht bräunliche durchscheinende Masse, welche sich aus überaus feinen, stellenweise zu stengeligen oder verästelten

wiederholt und überhaupt nur eine sehr unvollkommene Charakteristik dieses Körpers geliefert werden konnte.

1) Nach einer pyknometrisch von Prof. Karl Linsbauer im Wiener pflanzenphysiologischen Institute ausgeführten Bestimmung.

Massen zusammengeschmolzen erscheinenden Körnchen zusammensetzt. In beiden festgewordenen Lacken erscheinen Kristalle, welche im Polarisationsmikroskop hell aufleuchten; doch ist die Menge der doppeltbrechenden Substanz in beiden Lacken eine geringe im Vergleich zur amorphen Grundsubstanz. Der festgewordene Rhuskompagnie-Lack verhält sich dem Chloralhydrat gegenüber nahezu wie der echte (festgewordene) Japanlack. Die Hauptmasse dieser Lacke bleibt ungelöst; ein kleines Quantum löst sich und gibt eine gelbbräunliche Lösung. Es löst sich vom festen Rhuskompagnie-Lack etwas mehr im Chloralhydrat als vom festen Japanlack auf. Bei Anwendung gleicher Gewichtsmengen ist die aus ersterem bereitete Lösung bedeutend dunkler gefärbt[1]).

Da häufig angegeben wird, daß der auffällige Farbenübergang von lichtgrau in braun und schwarz beim Erhärten des japanischen Lackes unter Mitwirkung des Lichtes erfolge[2]), habe ich mit dem mir übersandten Lack einige Versuche angestellt, welche entscheiden sollten, ob das Licht bei dieser Farbenänderung tatsächlich beteiligt ist, und im Bejahungsfalle, welche Anteile des Lichtes diese Farbenänderung bewirken. Es wurde der Lack auf vier Glasplatten in gleich dicken Schichten aufgetragen. Je eine dieser Glasplatten wurde überdeckt: die erste mit einem Glaszylinder, die zweite mit einem undurchsichtigen Rezipienten, die dritte mit einer Senebierschen Glocke, welche mit Kupferoxydammoniak gefüllt war, endlich die vierte mit einer ebensolchen, aber mit einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali gefüllten Glocke. Diese beiden doppelwandigen Glasglocken wurden benutzt, um zu entscheiden, ob die starkbrechbaren oder die schwachbrechbaren Strahlen des sichtbaren Sonnenspektrums bei dem genannten Prozesse sich ausschließlich oder her-

1) Rein, l. c., p. 412.

2) Für die vorliegende Auflage erbat ich mir bei der Rhuskompagnie in Frankfurt a. M. neuerliche Auskünfte. Allein meine an diese Firma gerichteten Briefe kamen mit dem Postvermerk zurück, daß diese Firma nicht zu eruieren sei. In der Meinung, die Rhuskompagnie habe neuerdings ihr Domizil gewechselt, wandte ich mich an die Wiener Handels- und Gewerbekammer um Auskunft und erhielt die Nachricht, daß die Frankfurter Rhuskompagnie in Liquidation getreten und 1903 erloschen ist, aber die Firma Gebrüder Adt in Vorbach, Rheinprovinz, sich mit der Erzeugung japanischer Lackwaren beschäftigt. Mein an diese Firma gerichtetes Ersuchen um Daten über ihr Rohmaterial und dessen Verarbeitung blieb leider unbeantwortet. Einer der Mitbegründer der Frankfurter Rhuskompagnie, Herr H. Ahrle in Frankfurt a. M., hatte die Güte, mir brieflich mitzuteilen, daß die in London unter dem Firmennamen »Rhus Company, limited« gegründete Gesellschaft Filialen in Frankreich, Holland, Deutschland, Österreich usw. errichtete, die seines Wissens alle eingegangen sind. Die Ursache dieser Tatsache liegt darin, daß die Kosten der Fabrikation zu hohe waren und die Erzeugnisse die japanischen Lackarbeiten doch nicht erreichten. Wenn auch die europäische Fabrikation Fortschritte machte, so waren diese für die Unternehmer doch zu gering, um weitere Kapitalien zu riskieren. Und so dürfte wohl für lange Zeit die japanische Lackwarenerzeugung die europäische Konkurrenz nicht zu fürchten haben.

vorragend beteiligen. Alle vier Rezipienten standen in hellem, diffusem Tageslichte an einem Südfenster. Nachdem der unter dem Glassturze befindliche Lack eine braunschwarze Farbe angenommen hatte, was nach einer halben Stunde der Fall war, wurden die drei anderen Rezipienten abgenommen, wobei sich herausstellte, daß der unter diesen befindliche Lack genau dieselbe Farbe angenommen hatte, wie der dem vollen Lichte ausgesetzt gewesene Lack. Aus diesem Versuche ergibt sich, daß das Licht bei der während der Erstarrung des Rhuskompagnie-Lackes sich vollziehenden Farbenänderung nicht beteiligt ist.

15. Guajakharz.

Guajacum officinale[1]), eine baumartige, in Westindien verbreitete, auch im Norden Südamerikas vorkommende Zygophyllee, ist die Stammpflanze dieses Harzes. Im Splinte des Guajakholzes fehlt das Harz; es findet sich vielmehr ausschließlich im Kernholze, dessen Gefäße erfüllend[2]). Das Guajakharz, im französischen Handel Résine de Gayac, im englischen Handel Guaiacum Resin, in den Pharmakopöen Resina Guajaci genannt, findet sich, wie bemerkt, nur im Kernholze des Baumes vor (Lignum sanctum-Holz), welches sich durch seine eigentümliche dunkle Farbe von dem in gewöhnlicher lichter Holzfarbe erscheinenden Splinte abhebt. Das Kernholz des Guajakbaumes enthält etwa 25 Proz. Guajakharz. Obgleich *Guajacum officinale* weit verbreitet ist und das Lignum sanctum-Holz in vielen Verbreitungsgebieten des Baumes (St. Domingo, Kuba, Venezuela, Kolumbien usw.) gewonnen und in großem Maßstabe ausgeführt wird, ist die Guajakharzgewinnung doch sehr beschränkt. Die Hauptmasse des Harzes wird auf der Insel Gonaive (an der Westküste von St. Domingo, Port-au-Prince gegenüber) gewonnen. Kleine Quantitäten des Harzes finden sich an seiner Entstehungsstätte, nämlich in den älteren Schichten des Holzes abgelagert, und treten im halbflüssigen Zustande auch nach außen. Dieses freiwillig sich ansammelnde Harz bildet aber nur kleine Körner. Größere Stücke entstehen nach künst-

1) Das Guajakholz stammt zum größten Teil von *Guajacum officinale*, zum geringeren von *Guajacum sanctum*, welcher Baum in Westindien und im südlichen Florida vorkommt. Das aus letztgenannter Spezies gewonnene Harz scheint sich, so viel bis jetzt bekannt, von dem Harze des *Guajacum officinale* nicht zu unterscheiden. Auch im Stamme von *G. sanctum* ist nur das Kernholz harzführend; der Harzgehalt der Kernes ist aber beträchtlich geringer als bei *G. officinale*.

2) Die Ausfüllung der Gefäße mit Harz hat hier dieselbe physiologische Bedeutung wie in anderen Fällen die Ausfüllung mit Gummi, Thyllen oder kohlensaurem Kalk: es sollen die betreffenden, mit Harz erfüllten Gefäßen versehenen Holzteile von der Saftleitung ausgeschlossen werden. Dieses in den Gefäßen abgelagerte Harz ist als physiologisches Harz aufzufassen. Durch Verwundung und Verletzung wird es aber in größeren Massen abgeschieden und muß dann wohl als eine pathologische Bildung aufgefaßt worden.

licher Verletzung des Stammes durch Einschnitte. So erhaltene Stücke können einen Durchmesser von mehreren Zentimetern erreichen. Das Guajakharz des Handels setzt sich aber nur selten aus den am Stamme erhärteten Körnern zusammen; fast immer wird es künstlich aus dem Guajakholze hergestellt. Die Gewinnung wird meist in der Weise ausgeführt, daß man der Länge nach durchbohrte Stamm- oder Aststücke über freiem Feuer ausschmilzt, die schmelzende Harzmasse in Kalebassen, in neuerer Zeit auch in größeren Gefäßen, sammelt und erhärten läßt. Seltener bereitet man dieses Harz durch Auskochen zerkleinerten Guajakholzes mit Salzwasser, wobei es sich an der Flüssigkeitsoberfläche ansammelt, von wo es abgeschöpft und erstarren gelassen wird, oder durch Extraktion mittelst Weingeistes.

Das Guajakharz erscheint im Handel in zwei Sorten, als Guajak in Körnern und Guajak in Massen. Erstere Sorte, ein Sammelprodukt, ist seltener als letzteres, welches, wie schon erwähnt, entweder durch Ausschmelzen oder Auskochen erhalten wird. Beide Sorten sind nur wenig voneinander verschieden. Der Guajak in Körnern besteht aus runden unregelmäßigen Stücken, welche einen Durchmesser von 1—3 cm haben, und ist häufig mit Rindenstücken durchsetzt. Der Guajak in Massen erscheint in Form großer Blöcke oder in unregelmäßigen Bruchstücken, in welchen manchmal Gewebsstücke des Guajakholzes eingebettet sind. Alle übrigen Eigenschaften stimmen an beiden Sorten überein.

Frisch aufgebrochen hat dieses stets spröde Harz eine rotbraune oder braunschwarze, mehr oder minder stark ins Grünliche geneigte Farbe. Längere Zeit an der Luft gelegene Stücke lassen diesen grünlichen Ton stärker hervortreten. Das Grünwerden des Guajakharzes wird durch das Licht begünstigt und tritt besonders stark an dem Lichte ausgesetztem, gepulvertem Harze hervor. Oxydierenden Einflüssen ausgesetzt z. B. durch oxydierende Enzyme oder mit Chlor, Jod oder Brom behandelt, wird das Pulver des Harzes blau gefärbt, desgleichen mit Eisenchlorid nach Befeuchtung mit Weingeist. Das Guajakharz ist nicht völlig opak, vielmehr an den Kanten durchscheinend. Obgleich die darin enthaltene Guajaksäure kristallisiert, erscheint es doch amorph. Der Glanz der frischen Stücke ist ein sehr lebhafter. Mikroskopische Splitter sind von blaßgrünbräunlicher Farbe und völlig durchsichtig. Das Strichpulver hat eine graubraune Farbe. Die Dichte beträgt 1,22[1]). Der Geruch ist schwach und eigentümlich, der Geschmack ist kratzend. Beim Kauen erweicht das Harz und haftet mehr oder minder stark an den Zähnen.

1) Flückiger (Pharmakognosie, 3. Aufl., 1892, p. 112) hat die Dichte des Guajakharzes, welches er durch Extraktion mittelst Weingeistes von 0,830 spezifischem Gewicht darstellte, gleich 1,25 gefunden. Der Schmelzpunkt dieses Harzes liegt beiläufig bei 95° C.

Das Guajakharz verstärkt bei erhöhter Temperatur seinen eigentümlichen Geruch und läßt gleichzeitig auch einen Beigeruch von Benzoe erkennen. Äther, Alkohol, Chloroform und Alkalien lösen es leicht und vollständig, Benzol, fette und ätherische Öle viel schwieriger auf. In Chloralhydrat löst es sich relativ leicht und wird die Lösung des Guajakharzes in diesem Mittel von Schaer statt alkoholischer als Reagens empfohlen. Nach R. Mauch löst sich ein Gewichtsteil Guajak in 7—8 Gewichtsteilen 80 proz. wässeriger Chloralhydratlösung. Konzentrierte Schwefelsäure nimmt es mit roter Farbe auf. Die Lösung des Guajakharzes in Alkohol (Guajaktinktur) hat eine braune Farbe, und wird wie das feste oder gepulverte Harz durch oxydierende Mittel (Chromsäure, Ozon, oxydiernde Enzyme usw.) oder durch Einwirkung von Chlor, Jod oder Brom, desgleichen durch Eisenchlorid blau gefärbt. Am Lichte verliert die Guajaktinktur die Fähigkeit, durch oxydierende Mittel gebläut zu werden. Gebläute Guajaktinktur wird durch reduzierende Mittel entfärbt.

Chemische Beschaffenheit des Guajakharzes. Die Löslichkeit des Guajakharzes ist aus nachstehender Tabelle[1]) zu ersehen.

Alkohol mindestens	80 Proz.		
Wasser	3 — 5	»	
Petroläther . . .	0,06—10	»	löslich
Äther	22 —91	»	
Benzol	20 —90	»	
Schwefelkohlenstoff	12 —37	»	
Chloralhydratlösung	60 und 80	»	fast völlig löslich.

Aus der alkoholischen Lösung des Harzes läßt sich nach Hlasiwetz[2]) die Guajakharzsäure[3]) $C_{18}H_{18}(OCH_3)_2(OH)_2$ gewinnen, welche weiße, glänzende Blättchen bildet, die bei 86° schmelzen und in Alkohol, Äther und Benzol leicht löslich sind.

Die Guajakonsäure $C_{20}H_{22}O_3(OH)_2$, welche zuerst von Hadelich aus dem Harz isoliert wurde und dessen Hauptbestandteil bildet, wird als weißes, amorphes Pulver erhalten, das bei 74—76° schmilzt.

P. Richter[4]) wies nach, daß die genannte Säure kein einheitlicher Körper ist, sondern sich durch Lösungsmittel in die α- und β-Guajakonsäure trennen läßt, von denen die α-Verbindung leicht oxydierbar ist, während die β-Säure gegen sämtliche Oxydationsmittel sich indifferent verhält.

Die α-Guajakonsäure $C_{22}H_{23}O_3(OH)_3$ stellt ein weißes amorphes

1) K. Dieterich in Lunge-Berl, p. 783.

2) Hlasiwetz, Liebigs Annalen **112** (1859), p. 182; **119** (1861), p. 206; **130** (1864), p. 346.

3) Herzig, Monatshefte f. Chemie **3** (1882), p. 822. — Herzig und Schiff, Ebenda **18** (1897), p. 714; **19** (1898), p. 95.

4) P. Richter, Archiv der Pharm. **244** (1906), p. 90.

sehr lichtempfindliches, bei 70° schmelzendes Pulver dar, das leicht in Alkohol, Eisessig, Chloroform, schwerer in Äther, Benzol, unlöslich in Petroläther und Wasser ist. Oxydationsmittel bewirken intensive Blaufärbung.

Die β-Guajakonsäure $C_{21}H_{24}O_3(OH)_2$ kristallisiert in kleinen bei 127° schmelzenden Rhomboedern, welche in Chloroform und Eisessig leicht löslich sind. Richter nimmt an, daß die genannte Säure im Harze präformiert vorhanden ist.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Zersetzungsprodukte des Guajakharzes und seiner Bestandteile. Das Rohharz liefert bei der trockenen Destillation nach Deville und Völckel Guajol[1]), welches, wie Herzig[2]) nachwies, identisch mit dem von Lieben und Zeisel[3]) dargestellten Tiglinaldehyd (Dimethylakrolein) $CH(CH_3)=C(CH_3)-CHO$ ist und eine farblose, nach Bittermandelöl riechende Flüssigkeit vom Siedepunkt 116° darstellt. Weiter bilden sich noch Guajakol[4]) $C_6H_4(OH)(OCH_3)$, Kreosol[5]) $C_6H_3(CH_3)(OH)(OCH_3)$ und das kristallisierte Pyroguajazin[6]) $C_{12}H_{10}(OH)(OCH_3)$, welches in schönen glänzenden Blättchen vom Schmelzpunkt 180—183° kristallisiert und bei der Zinkstaubdestillation Guajen $C_{12}H_{12}$ liefert.

P. Richter hat die trockene Destillation des Guajakharzes im Vakuum vorgenommen und konnte in dem Destillate die bereits genannten Zersetzungsprodukte sowie einen in schönen Nadeln kristallisierenden, bei 107° schmelzenden Körper $C_{19}H_{18}O_3(OH)_2$ von phenolartigem Charakter nachweisen.

Bei der trockenen Destillation der Guajakharzsäure erhielt Hlasiwetz Guajakol und Pyroguajazin, aber kein Tiglinaldehyd, welch letztere Verbindung von Doebner und Lücker in den Destillationsprodukten aufgefunden wurde[7]). Guajakonsäure gibt dieselben Zersetzungsprodukte wie die Guajakharzsäure, und Guajazinsäure liefert Tiglinaldehyd, Kreosol und bis 300° siedende dunkle Öle (Doebner und Lücker[8]).

1) H. v. Gilm, Liebigs Annalen **106** (1858), p. 379.

2) Herzig, Monatshefte f. Chemie **3** (1882), p. 118.

3) Lieben und Zeisel, Berliner Berichte **14** (1881), p. 932.

4) Völckel, Liebigs Annalen **89** (1854), p. 345.

5) Hlasiwetz und Nachbaur, Liebigs Annalen **106** (1858), p. 339 und 382; **119** (1861), p. 277.

6) Herzig und Schiff, Monatshefte f. Chemie **19** (1898), p. 401.

7) Herzig und Schiff konnten das Guajol (Tiglinaldehyd) nicht in den Destillationsprodukten der Guajakharzsäure nachweisen (Monatshefte f. Chemie **18** (1897), p. 719).

8) Doebner versuchte die Harzsäuren des Guajakharzes aus ihren Spaltungsprodukten synthetisch aufzubauen, nachdem bereits früher v. Baeyer harzartige Substanzen durch Kondensation von Aldehyden mit Phenolen erhalten hatte. Nach Doebner gehören die genannten Harzsäuren einem im Pflanzenreiche ziemlich zahlreich vertretenen Typus von Harzen an, dem Typus der Phenolharze, welche als Kondensationsprodukte von Phenolen mit Aldehyden oder anderen Radikalen anzusehen sind. Zu den Phenolharzen können alle jene Harze gezählt werden, welche

P. Richter hat auch die Guajakonsäure, welche er nach dem Verfahren von Hadelich aus dem Guajakharz in einer Ausbeute von 71 Proz. erhielt, der Destillation unter vermindertem Druck unterworfen und außer den bereits genannten Substanzen noch mehrere andere Produkte erhalten, so die bereits bei der Destillation des Guajakharzes erhaltene Substanz $C_{19}H_{18}O_3(OH)_2$ vom Schmelzpunkt 107, außerdem einen bei 133° schmelzenden kristallisierten Körper von der Zusammensetzung $C_{16}H_{18}O_3$ und eine amorphe Substanz von der Formel $C_{34}H_{38}O_4(OH)_3$.

Bei einer zweiten forcierteren Vakuum-Destillation konnte außer den bereits genannten Substanzen in der zwischen 170—174° bei 22 mm Druck übergehenden Fraktion noch ein hellbraunes dickflüssiges Öl gewonnen werden, dem die Formel $C_7H_7O(OH)$ oder $C_{14}H_{14}O_2(OH)_2$ zukommen dürfte.

Neben den gennannten drei Säuren findet sich noch die Guajazinsäure (Betaharz) $C_{20}H_{19}O_4(OH)_3$ vor, die ein hellbraunes Pulver darstellt. Thierry hat in dem Harze noch die Guajaksäure (Guajazylsäure) $C_6H_8O_3$, einen in glänzenden Nadeln kristallisierenden Körper, isoliert, welcher aber von Doebner und Lücker[1]) in natürlichem Guajakharz (Resina Guajaci naturalis) nicht aufgefunden werden konnte; sie gewannen ferner aus dem Guajakharz das Guajaköl (etwa 0,7 Proz.), ein dickflüssiges, hellgelbes, ätherisches Öl, das einen höchst eigentümlichen, aromatischen Geruch besitzt und nicht destillierbar ist.

Das Guajakgelb $C_{20}H_{20}O_7$, das in einer Menge von etwa 0,7 Proz. im Harz vorhanden ist, bildet blaßgelbe, harte Oktaeder, die bei 115° schmelzen und in Alkohol, Äther sowie viel heißem Wasser löslich sind. In konzentrierter Schwefelsäure lösen sie sich mit kornblumenblauer, in Alkalien mit gelber Farbe.

Doebner und Lücker fanden in einem von Gehe bezogenen Harz folgende Prozentmengen der Hauptbestandteile:

In Alkohol löslicher Teil (Extrakt):		
Guajakharzsäure		11,15 Proz.
Guajakonsäure		50,00 »
Guajazinsäure (β-Harz) . . .		11,75 »
In Alkohol unlöslicher Teil:		
Remanenz		24,96 »
hiervon	Asche . 2,10 Proz.	
	Gummi 9,64 »	
Verlust		2,14 »
		100,00 Proz.

beim Schmelzen mit Alkalien Phenole, wie Brenzkatechin, Resorzin, Phlorogluzin oder Phenolsäuren, wie Paraoxybenzoesäure und Protokatechusäure liefern (Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 613].

1) Doebner und Lücker, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 590.

Pätzold[1]) fand folgende prozentische Zusammensetzung:

β-Harz	15 Proz.
Guajakonsäure	70,5 »
Guajakharzsäure	11,25 »
Äther, Öl und Resen	1,00 »
Guajakgelb, Guajaksäure, Vanillin und Verlust	2,25 »

Das Guajakharz erleidet durch Oxydationsmittel eine charakteristische Blaufärbung. Schönbein war einer der ersten, der sich mit dieser Blaureaktion beschäftigte. Von Hadelich und Schaer wurde dann festgestellt, daß die Blaufärbung durch die Guajakonsäure geliefert wird.

Doebner[2]) teilt die Stoffe, welche die alkoholische Lösung von Guajakonsäure in Blau überführen können, in zwei Gruppen ein:

1. »Direkte oder indirekte Oxydationsmittel.«

2. »Aktiver, gasförmiger Sauerstoff (Ozon), bzw. gewöhnlicher Sauerstoff unter Mitwirkung von Substanzen, welche ihn in den aktiven, ozonierten Zustand verwandeln.«

Doebner gewann ein Guajakblau durch Einwirkung von verdünnter Eisenchloridlösung auf Guajakonsäure, und glaubt für dieses die Formel $C_{20}H_{20}O_6$ annehmen zu können. Richter stellte dann eingehende Untersuchungen über die Oxydation der α-Guajakonsäure an und gibt dem Guajakblau die Formel $C_{22}H_{24}O_9$.

Seit einiger Zeit kommt im Handel auch ein angeblich aus Peru stammendes aromatisches Guajakharz (Resina Guajaci peruviana aromatica) vor, welches in der Parfümerie angewandt wird; es weicht in den Reaktionen so sehr vom echten Guajakharz ab, daß seine Abstammung von *Guajacum officinale* zum mindesten sehr zweifelhaft ist.

Das Guajakharz wird medizinisch und vielfach als Reagens (weingeistige Guajaktinktur, oder mit dieser imprägniertes Papier, Reagenspapier) verwendet, zum Nachweis von oxydierenden Wirkungen, z. B. zum Nachweis oxydierender Enzyme von Blut (Alménsche Blutprobe) usw.

Geschichtliches. Die ersten genauen Nachrichten über Guajakharz finden sich in einer Schrift Ulrich v. Huttens aus dem Jahre 1519. Es wurde etwa zehn Jahre vorher von den Spaniern aus St. Domingo nach Europa gebracht.

16. Gummilack.

In Bezug auf seinen chemischen Charakter nimmt, wie weiter unten näher dargelegt werden soll, der Gummilack eine ganz besondere Stellung ein. Während bei den anderen Harzen aromatische Säuren harzbildend auftreten, ist es hier eine Fettsäure (Aleuritinsäure), welche

1) Pätzold, Tschirch, Harze und Harzbehälter, p. 811.

2) Doebner, Archiv der Pharm. **234** (1896), p. 617.

die Rolle der aus dem Benzol sich ableitenden Säuren der gewöhnlichen Harze spielt. Man hat deshalb, sehr bezeichnend, den Gummilack ein Fettharz genannt.

Der Gummilack, auch Lackharz oder auch kurzweg Lack, Resina laccae, im französischen Handel résine laque, im englischen Handel Gum lac genannt, bedeckt in mehr oder minder mächtigen Krusten die jungen Zweige verschiedener indischer Bäume. An dem im Handel erscheinenden rohen Gummilack oder Stocklack (von den Engländern sticlac, von den Franzosen laque en baton genannt) sind fast immer noch die Stämmchen, an denen sich dieses Harz ansammelt, zu finden.

Über die Gummilackbäume herrscht noch nicht die gewünschte Klarheit. Nach den morphologischen Charakteren der Stammgebilde zu urteilen, an welchen sich der Stocklack ansammelt, scheint *Croton laccifer* ein sehr gemeiner Lackbaum zu sein. Dieser Baum wird auch gewöhnlich als Gummilackbaum oder doch wenigstens in erster Linie als solcher hingestellt. Nach Ball[1]) soll sich an dem Khusumbaume (*Schleichera trijuga Willd.*, einer Sapindacee) besonders oft und reichlich Gummilack ansammeln. Derselbe Autor gibt auch an, daß sich an den Zweigen dieses Baumes die besten Sorten von Stocklack bilden. Sehr häufig werden auch *Ficus-* (und *Urostigma-*) Arten als Gummilackbäume bezeichnet, insbesondere *F. indica*, *religiosa*, *bengalensis* und *laccifera*, ferner *Urostigma rubescens*[2]). Als Gummilackbäume werden sonst noch genannt: *Anona squamosa*[3]), *Zizyphus Jujuba* und *Butea frondosa*, ferner eine noch nicht beschriebene Weide, Durian genannt, von welcher neben der schon erwähnten *Urostigma*-Art auf Sumatra der Gummilack abgenommen wird[4]). Neuestens werden auch *Acacia arabica* und *Albizzia Lebbek* unter den Lackbäumen angeführt[5]).

Die Stämmchen, auf welchen der Gummilack lagert, sind ganz unverletzt, auch steht das aufgelagerte Harz mit keinerlei Sekretbehältern der Stammgewebe in offener Kommunikation. Man sieht also, daß dieses Harz nicht an den Stammteilen, an welchen es vorkommt, entstanden, sondern an anderen Stellen gebildet ist, hier sich bloß abgelagert hat. Auch ist, was aber wenig wahrscheinlich ist, angenommen worden, daß der Stocklack ein bloßes tierisches Ausscheidungsprodukt bilde[6]).

1) Proceedings of the American Pharm. Assoc. (1880). S. auch Witt, Prometheus. 1896.

2) Miquel, Sumatra, p. 90. S. ferner Engler-Prantl, Pflanzenfamilien. III, 1 (1894). Moraceen, bearbeitet von Engler, p. 92.

3) Forner, Studien über den Stocklack. Archiv der Pharmazie **237** (1899).

4) Miquel, l. c.

5) Maxwell-Lefroy, The cultivation of Shellac as an agricultural product. Agr. Journ. of India **4** (1909).

6) Stillmann, Archiv der Pharmazie. 1881.

Es ist hinlänglich bekannt, daß die Gummilack-Schildlaus *(Coccus lacca Kerr)*[1] es ist, welche durch ihren Stich die Entstehung des Gummilackes hervorruft. Der Einstich erfolgt mittelst langer scharfer Rüssel, offenbar in die noch ganz jungen, saftigen Triebe. Aus diesen quillt der Harzsaft in Massen heraus, fließt nach den älteren Trieben hinab, umhüllt diese in mehr oder minder mächtigen Schichten und erhärtet daselbst.

Bloß die befruchteten, stets ungeflügelten Weibchen rufen den Harzausfluß hervor. Im Monat Januar sammeln sich die Weibchen, und zwar noch vor der Befruchtung, an den jungen Zweigenden oft so massenhaft an, daß die Zweige rot bestäubt aussehen, und erwarten hier die anfliegenden Männchen. Nun erfolgt seitens der befruchteten Weibchen der Anstich und bald darauf quillt die Harzmasse hervor und umhüllt die Tierchen, welche mittlerweile so anschwellen, daß weder ihre Fühler, noch ihre Füße und Schwanzborsten mehr zu sehen sind. Die von den Insekten befallenen jungen Zweige verlieren alsbald ihre Blätter und sterben ab. Im Monat März ist der Harzausfluß beendet und die Harzmassen sind starr geworden. Innerhalb der Harzmassen entwickeln sich im Leibe jeder Schildlaus 20—30 Tierchen, welche in den Monaten Oktober oder November, den Rücken ihrer Mutter durchbrechend, austreten und aus zylindrischen in den Gummilack gebohrten Löchern hervorkommen. Vom Monat Februar angefangen wird das Harz gesammelt. Es wird entweder samt den Zweigen von den Bäumen abgebrochen, so entsteht der Stocklack (Stangenlack), oder es werden die Harzkrusten von den Zweigen abgebrochen; sie bilden den Körnerlack.

Die undurchbohrten Gummilacksorten sind intensiver gefärbt und im Handel gesuchter als die durchbohrten. Man hat früher auf stark gefärbten Rohstoff ein größeres Gewicht gelegt, als dies jetzt der Fall ist. Der aus dem rohen Stocklack extrahierbare Farbstoff[2] hat durch

1) J. Kerr, Coccus Lacca, Philosoph. Transact. T. LXXI (1781). — Burmeister, Handbuch der Entomol. **2**, *Coccus Lacca*, p. 75 (1835). Diese Spezies ist später als *Carteria Lacca Signoret* (1864), *Blanchard* (1883), *Commstock* (1881) genauer beschrieben worden. S. Targioni Tozzetti in der unten zitierten Abhandlung.

2) In den Heimatländern wird, wie seit alter Zeit, noch viel Farbstoff gewonnen. Der Stocklack wird von den Zweigen abgelöst, die gekörnte Masse im Wasser mit den Füßen getreten, wodurch den Körnern anhaftende, von den Insekten herrührende Verunreinigungen beseitigt werden. Dieser Körnerlack kommt in den Handel oder wird in den Heimatländern auf eigentümliche Weise vorerst vom Farbstoff getrennt. Man kocht unter Zusatz von aus Asche bereiteter Lauge den in Wasser gewaschenen Körnerlack aus und fällt aus der durch Abseihen gereinigten Lösung den Farbstoff durch saure Flüssigkeiten aus. In Europa erfolgt die Extraktion des Farbstoffes mit kohlensauren Alkalien und die Ausfällung durch Alaun, wodurch eine dem Karminlack analog zusammengesetzte Farbe (ein Tonerdelack), der oben genannte Lac-dye, gewonnen wird.

die Fabrikation der Teerfarben sehr an Bedeutung verloren, wie ehemals der Karminlack (Cochenillelack) in dem aus dem Gummilackfarbstoff dargestellten Lac-dye einen starken Konkurrenten gefunden hat. Da die Darstellung des Lac-dye nicht mehr so sehr wie früher rentiert, so sammelt man an vielen Orten den Gummilack erst nach dem Auskriechen der Weibchen, bzw. Ausfliegen der Männchen, wodurch die Produktion dieses Harzes sehr gesteigert werden soll. Durchlöcherter Stocklack ist jetzt viel häufiger als früher im Handel zu finden[1]).

Die Gangesländer, ferner Siam und Anam liefern die größten Mengen dieses Handelsartikels. Die besten Sorten kommen aus Bengalen und Irawaddy, von wo aus sie zum Teile nach China und Japan, zum Teile nach Europa und Amerika exportiert werden. Der Hauptausfuhrhafen der Gummilacke ist Kalkutta. Auch Sumatra (Padang) liefert und exportiert Gummilack[2]).

Die Entstehung des Gummilacks ist noch unaufgeklärt, und es lassen sich hierüber kaum mehr als Vermutungen aussprechen[3]). Es ist viel darüber gestritten worden, ob der Gummilack ein pflanzliches oder ein tierisches Produkt sei. Die ältere Ansicht geht dahin, daß dieses Harz gleich allen anderen Harzen von der Pflanze erzeugt werde. Den entgegengesetzten Standpunkt nimmt Stillmann[4]) ein, welcher behauptet, man habe es hier mit einem tierischen Produkte zu tun. Die Wahrheit liegt aber wohl in der Mitte. Daß der Farbstoff des rohen Stocklacks, wie der Cochenillefarbstoff (Karmin, Farbstoff des *Coccus cacti L.*) von den anschwellenden Weibchen gebildet werde, haben die Zoologen längst erkannt[5]), aber auch die Gegenwart von wachsartigen und glutenartigen Substanzen weist auf tierischen Ursprung, während die eigentlichen harzartigen Körper des Gummilacks Produkte sind, welche durch den Reiz des stechenden Insekts auf die noch zarten Pflanzenteile in diesen erzeugt werden und ganz oder vorwiegend pflanzlicher Art sind. Diese kaum abzuweisende Ansicht, daß der Gummilack teils tierischen, teils pflanzlichen Ursprungs ist, ist wohl schon zur herrschenden geworden.

Die Schichten, welche der Gummilack an den damit fest verbundenen Zweigen bildet, haben eine Dicke von 3—8 mm. An einzelnen Stellen der Zweige sammelt sich aber das Harz in großen Massen an, und erreicht dann nicht selten eine Mächtigkeit von mehreren Zentimetern.

---

1) Bosisto, Schellackgewinnung. Bot. Jahresberichte **2** (1886), p. 318.

2) Miquel, l. c., p. 90.

3) Vgl. Wigand in Pringsheims Jahrb. **3**, p. 168, und Wiesner, Gummi und Harze, p. 141.

4) l. c.

5) Burmeister, l. c., p. 75.

Solche Gummilackmassen werden fast immer von Rinden- und Zweigstücken durchsetzt. Die Farbe des Gummilacks ist eine lichtbräunliche bis tiefbraunrote. Je heller die Stücke gefärbt sind, desto durchscheinender sind sie. Die dunklen sind, selbst in dünnen Schichten, für das freie Auge undurchsichtig. Mikroskopische Splitter sind immer durchscheinend und zeigen einen gelblichen Farbenton. Die Dichte des Gummilacks ist nach Brisson[1]) gleich 1,139. In der Härte liegt dieses Harz zwischen Fraueneis und Steinsalz. Durch Bruch entstehen glatte, glänzende, wenig gekrümmte Flächen. Im Vergleiche zu den übrigen Harzen ist der Gummilack eher zähe als spröde. Kleine Stücke, z. B. mikroskopische Schnitte, lassen sich mit dem Messer ganz gut vom Gummilack abtragen. Er ist geruch- und geschmacklos.

Der Gummilack dient, wie schon erwähnt, zur Darstellung von Lac-dye, aber auch noch zu anderen, jetzt freilich in Abnahme geratenden Farben, ferner wird aus diesem Harze der Schellack (Laque plate des französischen, shellac des englischen Handels) gewonnen, eine Ware, welche man auch den Rohstoffen beizählt, weshalb er hier nicht übergangen werden soll.

Der Gummilack wird entweder direkt zur Schellackbereitung benutzt oder, wie schon bemerkt, vorher des größten Teiles des darin vorkommenden Farbstoffs beraubt; im ersteren Falle entstehen sehr dunkle, im letzteren mehr oder minder lichte Schellacksorten. Die Gewinnung dieses Körpers läuft immer darauf hinaus, die leicht schmelzbaren Harze des Gummilacks von den schwer schmelzbaren und den Verunreinigungen zu trennen. Erstere bilden den Schellack. In Indien zerkleinert man den Stocklack, bringt ihn in schmale Säcke, windet selbe, nachdem man die Temperatur bis zum Flüssigwerden der Masse gebracht hat, was bei etwa 140° C erfolgt, aus, und läßt die ablaufende Masse auf Pisangblätter laufen, auf welchen das geschmolzene Harz erstarrt. Im zerkleinerten Zustande bildet dieser Körper den Schellack. In neuerer Zeit erfolgt das Ausgießen des Gummilackes behufs Schellackgewinnung auch auf Metallplatten.

Nach neuesten Berichten[2]) wird in der Umgebung von Benares, und zwar in Mirzapur, welches gegenwärtig das Zentrum der indischen Schellackproduktion bildet, der Gummilack in folgender Weise auf Schellack verarbeitet. Der geerntete Gummilack wird zwischen zwei Mühlsteinen gemahlen, die gemahlene Masse durch Handarbeit von den zerquetschten Holzteilen befreit, wobei ein körniges Produkt entsteht, welches man als Seed-lac bezeichnet. In mit Wasser gefüllten Metallkesseln

1) Gmelin, l. c. **4** 2, p. 1824.

2) G. Röder, Aus Indiens Kolonialtechnik. Tropenpflanzer **13** (1909), Schellack, p. 462 ff.

wird dieses Seed-lac so lange getreten, bis aller Farbstoff entfernt ist. Das genügend entfärbte Produkt wird an der Sonne getrocknet: es führt den Namen Button-lac. Dieser wird mit einer kleinen Menge von Arsensulfid gemengt, in lange aus Baumwollenstoff in Cawnpur eigens zu diesem Zwecke hergestellte Schläuche von 10 m Länge und 8 bis 10 cm Durchmesser gebracht und darin auf eine eigentümliche Weise durch Drehen und Winden über Kohlenfeuer geschmolzen. Die geschmolzene Masse wird auf einem glasierten, aus Tonware bestehenden, mit heißem Wasser gefüllten Hohlzylinder aufgestrichen, und es wird von einem Arbeiter dafür Sorge getragen, daß die Masse gleichmäßig ausgebreitet ist, was durch Streichen mittelst eines Bananenblattes geschieht. Der beim Erkalten erhaltene Harzmantel wird an einer Seite der Länge nach durchschnitten, abgehoben und über Kohlenfeuer gedehnt, dann bei gewöhnlicher Temperatur zum Erstarren gebracht. Die erstarrte Masse wird in kleine Stücke zerbrochen (Schellack) und, in Kisten verpackt, dem Handel zugeführt. Im Sacke bleibt eine kohlschwarze Masse zurück, welche die Verunreinigungen und die schwer schmelzbaren Bestandteile des Gummilacks enthält.

Der Schellack besteht aus kleinen, einige Millimeter dicken, unregelmäßig begrenzten scharfeckigen durchscheinenden Plättchen von licht- oder dunkelbräunlicher Farbe. Er erscheint im Handel auch in Form von Klumpen (Klumpenlack) oder in Form langer, weiß gebleichter oder künstlich gefärbter Stangen (gesponnener Schellack).

Wohl zu unterscheiden von dem vorgeführten gemeinen oder indischen Gummilack ist jener Gummilack, welcher auf Madagaskar gewonnen wird. Es ist dies ein wachsreicher Körper, welcher als Litinbistic seit langer Zeit bekannt ist[1]). Das Insekt, welches diesen Gummilack erzeugt, ist *Gascardia madagascariensis Targ. Tozz.*[2]). Die Pflanze, auf welcher der madagassische Gummilack erzeugt wird, ist noch nicht genau bekannt; nach einer im Laboratorium Guignards von Radais ausgeführten anatomischen Untersuchung gehört diese Pflanze zu den Lauraceen (Perseaceen). Nach M. A. Gascard[3]) kommt dieser Gummilack in ähnlicher Form wie der indische Gummilack auf der Stammpflanze vor, in Massen, welche die Größe eines Taubeneies erreichen. Er hat eine graugelbe Farbe und löst sich zum Teil in kaltem Alkohol auf (57 Proz.), der Rest ist Wachs. Das Harz enthält etwas Ameisensäure und stickstoffhaltige Säuren. Durch Oxydation mit übermangan-

1) Flacourt, Histoire de la grande isle de Madagascar. 1661.

2) Ad. Targioni Tozzetti, Sopra una lacca del Madagascar. Bull. della Soc. entom. ital. Firenze. 1894, p. 425.

3) M. A. Gascard, Contribution à l'étude des Gommes laques des Indes et de Madagascar. Paris 1893.

saurem Kali entstehen Ammoniak und verschiedene Säuren, darunter Oxal- und Buttersäure.

Chemische Beschaffenheit des indischen Gummilacks. Der von Tschirch und Farner untersuchte Stocklack war in Alkohol, Methylalkohol und Essigsäure, sowie in Alkalien, Soda- und Boraxlösung (mit tief-violetter Farbe) zum größten Teile löslich. Der Gummilack besteht aus Wachs, Farbstoff, Reinharz und Verunreinigungen. Das Wachs geht bei Behandlung des Rohharzes mit Petroläther in Lösung und bildet eine dunkelgelbe, amorphe Masse, welche nach R. Benedikt und Ulzer[1]) aus etwa 50 Proz. freien Wachsalkoholen (Ceryl- und Myricylalkohol) besteht; die übrige Menge der Alkohole ist nach Gascard[2]) an Fettsäuren (Palmitin-, Stearin-, Öl-, Cerotin- und Melissinsäure) gebunden.

Das technische Schellackwachs, das bei der fabrikmäßigen Auflösung des Schellacks in Soda abfällt, besteht nach R. Benedikt und Ulzer aus freien Wachsalkoholen (Ceryl-Myricylalkohol), etwa 40 Proz. Wachs und einem in siedendem Alkohol unlöslichen Körper. Das Wachs ist aus Estern der genannten zwei Alkohole mit Abietinsäure zusammengesetzt, somit als ein Harzwachs anzusehen.

Farbstoff. Aus vom Wachs befreitem Gummilack ließ sich durch warmes Wasser der Rohfarbstoff gewinnen, der auch von R. E. Schmidt aus Lac-dye hergestellt und untersucht wurde. Der reine Farbstoff, Laccainsäure $C_{16}H_{12}O_8$, der sich in einer Menge von 10,4—13,2 Proz. im Lac-dye vorfindet, ist ein bräunlichrotes, kristallinisches Pulver[3]).

Harz. Das Reinharz wurde von Tschirch und Farner[4]) aus dem von Wachs und Farbstoff befreiten Stocklack hergestellt und bildet ein amorphes hellbraunes Pulver, dessen ätherunlöslicher Anteil bei der Verseifung[5]) in die Aleuritinsäure $C_{12}H_{25}O_2COOH$ und einen Harzalkohol zerfällt. Erstere schmilzt bei 101,5° und kristallisiert in rhombischen Blättchen, letzterer bildet eine zähe schmierige Masse, welche die typischen Reaktionen für die Resinotannole zeigt.

Der ätherunlösliche Teil des Reinharzes ist daher als der Resinotannolester der Aleuritinsäure anzusehen.

Nachdem bei fast allen Harzen nur aromatische Säuren als harzesterbildend beobachtet wurden, nennen Tschirch und Farner Gummilack ein »Fettharz«, da die Aleuritinsäure eine Fettsäure ist (s. oben, p. 376).

1) Benedikt und Ulzer, Monatshefte f. Chemie **9** (1888), p. 579.

2) Gascard, Journ. de Chim. et Pharm. 1893, p. 365.

3) O. Dimroth und St. Goldschmidt, Über den Farbstoff des Stocklacks. Liebigs Annalen **399** (1913), p. 62.

4) Tschirch und Farner, Archiv der Pharm. **237** (1899), p. 35.

5) Bei der Verseifung des Esters dürften neben der Aleuritinsäure noch andere Fettsäuren abgespalten werden. Ulzer und Defris fanden im Schellack bei 70 Proz. freie Säuren (Zeitschr. f. analyt. Chem. 1887, p. 24).

Der ätherlösliche Anteil des Reinharzes (35 Proz.) besteht vorwiegend aus freien Fettsäuren, dann aus geringen Mengen eines wachsartigen, mit Wasserdämpfen flüchtigen Körpers von intensivem Schellackgeruch und saurer Natur; ferner ist eine resenartige Substanz (1,5 Proz. des Rohproduktes) und das Erythrolaccin $C_{14}H_8O_5+H_2O$ (etwa 1 Proz. des Reinharzes) vorhanden. Der letztgenannte Körper, der die schön gelbe Farbe des Schellacks bedingt, kristallisiert in goldgelben rhombischen Blättchen, sublimiert in prächtig roten Nadeln und löst sich in Alkohol, Äther, Benzol, Toluol, Chloroform, Essigsäure mit goldgelber, in Alkalien mit sehr schön violetter Farbe.

Das Erythrolaccin dürfte zu den Oxymethylanthrachinonen gehören und zeigt Beziehungen zum Chinalizarin.

Im Gummilack ist außerdem noch ein kristallisierender Bitterstoff vorhanden.

Benedikt und Ehrlich[1]) erhielten durch Behandlung des vom Wachs befreiten Schellacks mit Alkalien eine balsamartige Masse, den flüssigen Schellack $C_{46}H_{72}O_{12}$, der, mit unverändertem Schellack gemischt, plastisches Harz von jedem erwünschten Grade der Weichheit liefert.

Gebleichter Schellack wird durch die Einwirkung von Chlor auf denselben hergestellt, welch letzteres das Erythrolaccin entweder zerstört oder verändert. Das vom Schellackwachs befreite Harz liefert bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat in reichlicher Menge Azelainsäure $COOH(CH_2)_7COOH$ (20 Proz.) nebst nicht unbeträchtlichen Mengen von buttersäureartig riechenden Stoffen, welche die Vermutung von Preschern, daß der Gummilack in naher Beziehung zu den Fettsubstanzen stehe, bestätigen.

Nach Tschirch und Farner hat der Stocklack folgende prozentische Zusammensetzung:

Wachs (Myricyl- und Cerylalkohol frei und gebunden an Melissin-, Cerotin-, Öl- und Palmitinsäure	6,0 Proz.
Farbstoff (identisch mit Schmidts Laccainsäure)	6,5 »
Reinharz { ätherunlösliches 65 Proz. / ätherlösliches 35 » } . .	74,5 »
Rückstand (Sand, Holzstücke, Insektenhäute)	9,5 »
Wasserverlust usw.	3,5 »
	100,0 Proz.

Sowohl Gummilack als Schellack werden mit Kolophonium verfälscht. Schon in den Produktionsländern soll eine Verfälschung des Schellacks

[1]) Benedikt und Ehrlich, Monatshefte f. Chemie **9** (1888), p. 157.

mit Terpentin und Kolophonium vorgenommen werden[1]), was aber mit Rücksicht auf die Seltenheit der gemeinen (terpentinliefernden) indischen Koniferenharze und den sonstigen Reichtum an anderen Harzen in Indien nicht sehr wahrscheinlich ist. Daß aber der im Kleinhandel so häufige Schellack mit Kolophonium verfälscht wird, ist oft konstatiert worden. Der Nachweis geschieht gewöhnlich durch Petroläther, welcher nur 1—2 Proz. Schellack, hingegen 90 Proz. Kolophonium auflöst, oder durch wasser- und alkoholfreien Äther, welcher Kolophonium vollständig, hingegen von Schellack nur 5—6 Proz. in Lösung bringt[2]).

Der Schellack dient zur Darstellung von Weingeistfirnis und Spirituslacken, insbesondere zu Polituren (Tischlerpolitur), ferner zur Bereitung von Schmelzlacken (Siegellack usw.), Kitten, sog. Marineleim, zu Filzarbeiten in der Hutfabrikation, in der Papierfabrikation und in der Appretur von Geweben (s. Kick-Gintls Techn. Wörterbuch). Jetzt wird er auch zur Herstellung des sog. Schwimmlackes im Licht- und Steindruck angewendet (Albert, Der Lichtdruck an der Hand- und Schnellpresse. 1898, p. 138) und in alkoholisch-ammoniakalischer Lösung als photographischer Negativlack, welcher die erwünschte Eigenschaft, in der Kälte klar aufzutrocknen, besitzt. Der Schellack findet zur Herstellung von Elektrophoren und anderen elektrischen Apparaten und vielfach in der Elektrotechnik ausgedehnte Verwendung. Der Verbrauch an Schellack ist ein sehr beträchtlicher und es hat sich derselbe infolge des Aufschwunges der elektrischen Industrie in neuerer Zeit sehr gehoben. Im Jahre 1905/6 ging aus Britisch-Indien nach Großbritannien Schellack im Werte von 12,8 Mill. Mark, nach den Vereinigten Staaten im Werte von zirka 20 Mill. Mark[3]).

Der Gummilack ist in den Heimatländern seit alter Zeit bekannt. Auch die Farbstoff- und Schellackgewinnung aus Gummilack ist eine alte indische Erfindung. Seit wann diese Rohstoffe in Europa Verwendung finden, konnte ich nicht eruieren.

17. Der Perubalsam.

Dieser Balsam erscheint im Handel auch unter den Namen Baume de St. Salvador oder Baume de Pérou (in Frankreich), Balsam of Peru (in England) und Balsamum Indicum nigrum (in den Pharmakopöen).

Früher hielt man *Myroxylon peruiferum* für die Stammpflanze dieses Balsams. Spätere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß *Myro-*

1) Andès, Firnisfabrikation. 1895, p. 118.

2) Über die mechanische Scheidung des Schellacks von zugesetztem Kolophonium zur quantitativen Bestimmung der Verfälschung s. Wiesner in Dammers Lexikon der Verfälschungen. Leipzig 1887, p. 358.

3) Tropenpflanzer **10** (1906), p. 813.

xylon Pereiræ (Myroxylon balsamum var. Pereiræ) als wahre Stammpflanze des Perubalsams bezeichnet werden müsse[1]).

Dieser Baum hat einen engen Verbreitungsbezirk, er ist nämlich auf einen Teil der Balsamküste des zentralamerikanischen Staates St. Salvador (Costa del Balsamo) beschränkt, wächst aber nicht unmittelbar an der Küste, sondern tiefer landeinwärts, entweder geschlossene Bestände bildend, oder mit anderen Baumarten vergesellschaftet[2]).

Aller im Handel erscheinende Perubalsam kommt von dem zwischen Libertad und Akahuatla gelegenen Teile der Balsamküste. Sonsonate ist der Mittelpunkt der Balsamgewinnung. Es sollen allerdings einige andere im Norden Südamerikas vorkommende *Myroxylon*-Arten ein ähnliches Produkt liefern. Nach Dorat ist dies aber sehr zweifelhaft. Sollten in der Tat solche Balsamsorten außerhalb der Balsamdistrikte St. Salvadors gewonnen werden, so sind selbe doch für den Handel bis jetzt ohne alle Bedeutung geblieben.

Gewinnung des Perubalsams. Nach Dorats Mitteilungen befinden sich an der Balsamküste zahlreiche Ansiedelungen (Pueblos), in welchen die Bäume der Umgebung auf Balsam ausgebeutet werden. Die größte Ausbeute, nämlich 7000 kg Balsam im Jahre, liefert die Ansiedelung Chiltiuapan, wo 2600 Bäume der Balsamgewinnung dienen.

Zur Zeit der Besitznahme des Landes durch die Spanier wurde ein sehr erfolgreiches, freilich aber auch sehr barbarisches Verfahren zur Gewinnung dieses Balsams in Anwendung gebracht. Die Bäume wurden, wahrscheinlich nach vorhergegangenen Verletzungen (s. unten bei Entstehung des Perubalsams), gefällt und das junge Holz ausgekocht. Hätten gesetzliche Anordnungen der Ausübung dieser Methode nicht alsbald ein Ziel gesetzt, so wären die Balsambäume vielleicht bald von der Erde verschwunden[3]). — Gegenwärtig, wie seit alter Zeit her, wird der Perubalsam auf eine ganz eigentümliche, von den Ureinwohnern des Landes erfundene Weise dargestellt, die wir durch Dorat kennen lernten. Die Stämme der Balsambäume werden an vier Seiten mit Hämmern oder Beilen so lange geklopft, bis sich die Rinde an den betreffenden Stellen

1) Nach Harms (Nomenklatur des Perubalsambaumes, Notizblatt des Berliner Botan. Gartens, 1908, p. 85 ff.) sind zwei Arten der Gattung *Myroxylon L. f.* (= *Toluifera L.*) zu unterscheiden: *M. peruiferum L. f.*, dessen Samen äußerlich von tiefen harzerfüllten Furchen durchzogen sind und *M. balsamum (L.) Harms*, mit glatten Samen. Nur die letztere Art liefert Balsam, und zwar sowohl den Peru- als den Tolubalsam. Die typische Form von *Myroxylon balsamum* liefert den Tolu-, die Form *M. balsamum var. Pereiræ* den Perubalsam.

2) Genaue Angaben über das Gewinnungsgebiet des Perubalsams rühren von Dr. Dorat, Arzt in Sonsonate, her, welche namentlich durch Hanbury (Science Papers, herausgegeben von Ince, London 1876) bekannt geworden sind.

3) Vgl. Hanbury, l. c., auch früher, Pharm. Journ. and Transact. 1863.

vom Holzkörper abgelöst hat. Es muß stets dafür Sorge getragen werden, daß breite Rindenstreifen ganz unverletzt bleiben. Nach einigen Tagen wird die gelockerte Rinde durch Harzfackeln angebrannt, bis eine schwache Verkohlung eingetreten ist. Die angebrannte Rinde fällt nun von selbst ab, oder wird künstlich entfernt. Sobald aus dem entblößten Holzkörper eine gelbliche, duftende Flüssigkeit hervorzutreten beginnt, werden die Wundstellen des Baumes mit Zeuglappen bedeckt und diese so lange mit den Stämmen in Berührung gelassen, bis sie mit Balsam vollgetränkt sind. Die Lappen werden dann sorgfältig abgenommen und in irdenen, zum größten Teil mit Wasser gefüllten Gefäßen ausgekocht, wobei der Balsam mit dunkelbrauner Farbe als sirupdicke Flüssigkeit sich am Boden ansammelt. Der so gewonnene Balsam heißt im Lande Balsamo di trapó. Eine ziemlich große Menge von Balsam erhält man auch durch Auswinden der Fetzen.

Die Balsamgewinnung beginnt mit dem Eintritt der regenlosen Zeit, also im November oder Dezember, und dauert bis Mai. Innerhalb dieser Zeit kann von einem und demselben Baume der Balsam mehrmals in der schon angeführten Weise aufgesammelt werden.

Trotz des schweren Angriffes des Baumes durch Klopfen und Anbrennen sollen rationell geschwelte Bäume dreißig Jahre hindurch noch eine rentable Ernte, nämlich jährlich im Durchschnitt 2,5 kg Balsam liefern.

Es scheinen mancherlei Abänderungen des Gewinnungsverfahrens vorzukommen, die sich mit der Zeit herausgebildet haben dürften, aber vielleicht sind die Prozeduren nicht überall die gleichen. Aus neuester Zeit liegt ein vertrauenswerter Bericht vor[1]), dem zufolge die Gewinnung des Perubalsams auf folgende Weise erfolgt. Ein Fuß über dem Erdboden wird ein Teil der Rinde in einer Breite von 6 Zoll und einer Länge von 10 Zoll durch runde Steine oder mittelst stumpfer Instrumente geklopft, bis es zu einer Ablösung dieser Rindenpartie kommt. In die Wunde wird Baumwollenzeug eingefügt, welches mit Holzzwecken (einer Art von Holznägeln) befestigt wird. Der aufgesaugte Balsam wird abgepreßt. Bei dieser ersten Prozedur kommt also künstliche Erhitzung nicht zur Anwendung. Sodann wird neues Baumwollenzeug in die Wunde eingefügt und durch Harzfackeln eine starke nicht bis zur Verkohlung gehende Erwärmung der Rinde vorgenommen, worauf ein reichlicher Ausfluß des Balsams erfolgt, welcher durch Auskochen in Wasser und Abpressen gewonnen wird. Nachdem der Ausfluß aus der Wunde beendigt ist, wird die vom Stamme abgelöste Rinde abgeschnitten, zerkleinert

1) Tropenpflanzer **13** (1909), p. 591 ff. S. auch Preuß, Über Perubalsam in Zentralamerika und seine Gewinnung. Bericht der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft. Berlin 1900.

und mit Wasser ausgekocht, wodurch der letzte Rest des Balsams gewonnen wird, aber nur eine geringe Sorte repräsentiert (Balsamo de cascaro).

Vorkommen und Entstehung des Perubalsams in den Geweben der Stammpflanze. Nach übereinstimmenden Berichten kommen weder in der Rinde noch im Holze von *Myroxylon Pereiræ* Sekretbehälter oder balsamführende Zellen vor. Nach Flückiger[1]) ist weder das Holz noch die Rinde dieses Baumes aromatisch. Vogl[2]) konnte weder im Holze noch in der Rinde der von ihm untersuchten *Myroxylon*-Arten Balsambehälter nachweisen. J. Moeller[3]) untersuchte von Tschirch aus Java mitgebrachte Zweige von *Myroxylon Pereiræ*; aber auch er hat in Holz und Rinde dieser Zweige Balsambehälter vergebens gesucht.

Nach H. Trog sollen allerdings im primären Anteil der Rinde dieses Baumes Sekreträume vorkommen, die aber mit der ersten sich bildenden Borke abgestoßen werden[4]). Diese auf den ersten Blick sehr befremdlichen Tatsachen sind von J. Moeller (l. c.) dahin gedeutet worden, daß der Perubalsam gleich dem Storax (s. unten, p. 398) gar nicht normal in den betreffenden Stammpflanzen entstehe, vielmehr eine nach Verletzung sich einstellende pathologische Bildung repräsentiere.

Der auf die oben angegebene Weise gewonnene Balsam, der schwarze Perubalsam des Handels, wird entweder gleich oder, wenn man bessere Sorten erzielen will, nach mehrtägigem Stehen in die zum Transporte bestimmten Gefäße gebracht. Früher kam der Balsam nur in Tekomates, d. i. eine Art Kalebasse (Flaschenkürbis, die Frucht von *Crescentia cucurbitina*) in den Handel; in neuerer Zeit werden jedoch häufiger künstliche Behälter, nämlich mit Leder umhüllte Tongefäße oder Büchsen aus Eisenblech zur Emballierung verwendet. Gegenwärtig wird sowohl die von England als die von Hamburg versendete Ware auf den Kontinentalmarkt in flaschenartigen prismatischen Blechbehältern gebracht, welche etwa 12 kg Balsam fassen.

Eine geringe Sorte von Perubalsam (Balsamo de cascaro) wird, wie schon oben bemerkt, durch Auskochen der nach dem Anbrennen des Stammes sich loslösenden Rindenstreifen gewonnen. Dieser Balsam wird von dem Balsamo de trapó wohl unterschieden, diesem aber sehr häufig zugesetzt, wodurch die Qualität des in den Handel gebrachten Balsams begreiflicherweise herabgesetzt wird. Außer dem schwarzen Perubalsam erscheint in kleinen Quantitäten auch ein weißer Perubalsam (Balsamo blanco, B. catolico), welcher nach Hanbury durch Auspressen aus den Früchten von *Myroxylon Pereiræ* gewonnen wird.

1) Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 137.
2) Kommentar. 1892, p. 461.
3) Zeitschr. d. allg. österr. Apothekervereins, 1896. Über Storax. Sep.-Ab., p. 27.
4) Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 95.

Der weiße Perubalsam ist eine angeblich blaßgelbe, etwas trübe Substanz von angenehmem Geruche nach Vanille und Steinklee und bitter gewürzhaftem Geschmack [1]).

Der schwarze Perubalsam hat das Aussehen eines Sirups, ist aber dennoch ziemlich dünnflüssig. In dünner Schicht ist er tief honiggelb, in Massen braunschwarz mit einem mehr oder minder lebhaften Stich ins Rote. Der Geruch ist sehr angenehm und erinnert an Benzoe und Vanille. Der Geschmack ist anfangs milde, später scharf und kratzend. Dieser Balsam sinkt, wie schon oben erwähnt, in Wasser unter; seine Dichte beträgt 1,14—1,15, nach Flückiger bis 1,16. — Die besten Sorten erweisen sich, selbst bei mikroskopischer Untersuchung, als völlig homogene Flüssigkeiten. Mindere Sorten sind trübe und klären sich nur langsam und nie vollständig [2]).

Ein sog. trockener Perubalsam (Oppobalsam siccum v. Balsamum peruvianum siccum) erschien früher nicht selten im Handel, scheint aber jetzt, wenigstens aus dem europäischen Handel, verschwunden zu sein. Aus dem gewöhnlichen Perubalsam konnte derselbe durch Lagerung nicht entstanden sein, da dieser selbst nach langjähriger Aufbewahrung nicht erhärtet. Man hat diesen trockenen Perubalsam für eingetrockneten weißen Perubalsam gehalten (Stohmann, l. c., p. 47); es ist aber wahrscheinlicher, daß derselbe nicht von *Myroxylon Pereiræ*, sondern von einer anderen, mit dieser verwandten *Myroxylon*- oder *Myrospermum*-Art abstammt.

Chemische Beschaffenheit. Der Perubalsam reagiert sauer. Mit Wasser geschüttelt, erhält man einen sauer reagierenden, Zimtsäure führenden Auszug. Mit absolutem Alkohol, ferner mit Amylalkohol, Azeton und Chloroform mischt er sich klar. In Chloralhydrat ist er leicht löslich. Gleiche Teile von 80prozentigem Chloralhydrat und Perubalsam mischen sich ohne jede Ausscheidung [3]). Sehr wenig löslich ist der Perubalsam in Petroläther. Merkwürdig ist das Verhalten dieses Balsams gegen Schwefelkohlenstoff. Mit dem dritten Teile von Schwefelkohlenstoff mischt er sich klar, bei einem nur etwas größeren Zusatz scheidet sich eine schwarzbraune, harzartige Masse aus. Mit fetten

1) Dieser sogenannte weiße Perubalsam ist goldgelb und von halbflüssiger Beschaffenheit. Im europäischen Handel scheint er derzeit nicht vorzukommen. Wohl aber gelangen nach Flückiger (Pharmakognosie, 2. Aufl., p. 145) Früchte von *Myroxylon Pereiræ* nach Europa und werden hier in der Parfümerie angewendet. Über weißen Perubalsam und über die chemische Beschaffenheit der Früchte von *Myroxylon Pereiræ* s. Tschirch, Harze u. Harzbehälter. 1906, I, p. 229.

2) Nach Mitteilungen der kommerziell-statistischen Beilage zum Preiskurant von Gehe & Komp. (Dresden 1869 kommen alle Perubalsamsorten trübe an und klären sich erst beim Lagern.

3) Mauch, l. c., p. 73.

Ölen, Terpentinöl und Kopaivabalsam ist er nur zum Teile klar mischbar. Er läßt sich klar nur mit höchstens 50 Proz. fettem Öl, 25 Proz. Kopaivabalsam und 12 Proz. Terpentinöl mischen. — Der Perubalsam hält sich Jahre lang, ohne Kristalle abzuscheiden oder zu erhärten. Beim Erhitzen entzündet er sich und brennt mit rußender Flamme (Stohmann). Dieser Balsam ist schon vielfach chemisch untersucht worden; seine Zusammensetzung ist kompliziert und variabel.

Seinen Hauptbestandteil bildet das Perubalsamöl (62—75 Proz.), von Fremy[1]) Cinnamein[2]) genannt; es verleiht dem Balsam die flüssige und ölige Beschaffenheit. Dasselbe ist eine farblose, in Äther und Alkohol lösliche, aromatisch schmeckende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,1, welche selbst bei — 20° noch nicht fest wird. Bei der Fraktionierung geht bei 298—302° fast die ganze Menge des Öles über. Nach Kraut[3]) besteht dasselbe zum größten Teile aus Benzoesäure-Benzylester $C_6H_5CO-O-CH_2C_6H_5$ und nur zum kleinsten aus Zimtsäurebenzylester $C_6H_5CH=CH-CO-O-CH_2C_6H_5$. Auch freie Zimtsäure wurde in dem Cinnamein nachgewiesen. Die genannte Zusammensetzung wurde durch eine neue Arbeit von Tschirch und Trog[4]) über den Perubalsam bestätigt.

E. Schmidt[5]) hat Vanillin in einer Menge von 0,046—0,05 Proz. in dem Balsam aufgefunden.

Thoms[6]) wies in dem Cinnamein des Perubalsams außer den bereits genannten Körpern noch eine kumarinähnlich riechende Substanz nach, welche auch in mehreren echten Handelssorten aufgefunden wurde.

Dieselbe ist eine Flüssigkeit, hat alkoholischen Charakter, besitzt die Formel $C_{13}H_{22}O$, wird von Thoms Peruviol genannt, ist optisch aktiv und zeichnet sich durch einen angenehm honigartigen Geruch aus. Eine in Perubalsam von Thoms beobachtete Säure vom Schmelzpunkt 79—80° ist wahrscheinlich eine Dihydrobenzoesäure.

Thoms schied aus Perubalsam Säuregemische ab, die vorwiegend Benzoesäure enthielten, worin aber die Menge der Zimtsäure nicht so gering war, wie aus den Arbeiten anderer Forscher hervorgeht. Das Verhältnis der in echtem Perubalsam vorkommenden Zimtsäure zu Benzoesäure entspricht annähernd 40 : 60.

Das im Balsam vorhandene und aus demselben durch Schwefelkohlenstoff abgeschiedene Reinharz, das Peruresin, ist nach den Unter-

1) Fremy, Ann. **30,** p. 326.
2) Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 140.
3) Kraut, Liebigs Annalen **107** (1858), p. 208; **152** (1869), p. 129.
4) Tschirch und Trog, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 70.
5) E. Schmidt, Jahresberichte. 1885, p. 324.
6) Thoms, Archiv d. Pharm. **237** (1899), p. 271.

suchungen von Tschirch und Trog ein Ester, der bei 70—80° schmilzt und ein schwach aromatisch riechendes Pulver darstellt, das sich leicht in Alkohol, Eisessig, Chloroform, Azeton und in den Alkalien, wenig in Äther, nicht in Petroläther löst.

Das Reinharz läßt sich durch Natronlauge verseifen und liefert als Spaltungsprodukte Zimtsäure und wenig Benzoesäure, sowie einen Harzalkohol von Gerbstoffnatur, das Peruresinotannol $C_{18}H_{19}O_4 . OH$, ein hellbraunes, geruchloses Pulver, das in Alkohol, Eisessig, Azeton, Cinnamein und Alkalien löslich ist.

Das Peruresin ist demnach vorwiegend als ein Zimtsäure-Peruresinotannolester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_{18}H_{19}O_4$ anzusehen.

Nach K. Dieterich[1]) ist der Perubalsam um so besser, je reicher er an riechenden und aromatischen Stoffen und je ärmer er an Harzestern ist. Gewöhnliche Handelsprodukte geben 65—75 Proz. aromatische Stoffe (Cinnamein usw.) und 20—28 Proz. Harzester. Zu ähnlichen Resultaten kam Thoms[2]) bei Untersuchung eines echten Balsams von San Salvador. (Cinnameingehalt etwa 61 Proz., Harzester etwa 20 Proz.)

Der Geruch des Perubalsams dürfte durch das Cinnamein sowie durch das Peruviol bedingt sein.

Tschirch und Germann[3]) haben den sogenannten weißen Perubalsam, der durch Auspressen der Früchte von *Myroxylon Pereiræ* gewonnen wird, auf seine Zusammensetzung untersucht. Es wurden etwa 2 kg der Früchte aufgearbeitet, Samen und Fruchtschalen gesondert, um die fetten Bestandteile von den harzigen zu trennen.

Die Samen tragen an ihrer Oberfläche etwa 1 Proz. Kumarin-Kristalle. Das Fett der Samen besteht aus Glyzerinestern der Stearin-, Palmitin- und Ölsäure. Aus dem alkoholischen Extrakte der Hülsen wurden ein wachsartiger, bei 95° schmelzender Körper, das Myroxocerin $C_{12}H_{20}O$, ferner Gerbstoffe und Glukose gewonnen. Die harzigen Bestandteile des Extrakts ließen sich durch verdünnte Kalilauge trennen und zwar enthält der kalilösliche Teil einen in weißen Blättchen kristallisierenden Körper, das Myroxofluorin $C_{42}H_{64}O_{10}$, welcher mit konz. Schwefelsäure eine rotgelbe stark fluoreszierende Flüssigkeit gibt, und das Myroxol $C_{46}H_{68}O_{10}$, das Alkoholcharakter zeigt. Der in Kalilauge unlösliche Anteil des Harzes besteht aus Myroxoresen $C_7H_{10}O$, welcher mit konz. Salpetersäure Pikrinsäure liefert. Die mit Alkohol vollständig ausgezogenen gepulverten Hülsen gaben an Äther das Myroxin $C_{23}H_{36}O$ ab.

---

1) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1897, p. 66.
2) Thoms, Berichte der Deutsch. pharm. Ges. 8 (1898), p. 264—281.
3) Tschirch und Germann, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 641.

Stenhouse[1]) isolierte aus weißem Perubalsam Myroxokarpin[2]) $C_{24}H_{34}O_3$, eine bei 115° schmelzende, sehr gut kristallisierende Substanz. Die Früchte von *Myroxylon Pereirae* enthalten also keine im gewöhnlichen Perubalsam vorkommenden Bestandteile.

Die Rinde von *Myroxylon Pereirae* enthält nach den Untersuchungen von Tschirch und Trog[3]) Phlorogluzin, Gerbsäure, Phlobaphene, Spuren von Wachs, nicht verseifbares »Harz«, alles aber nur in sehr geringer Menge.

Verfälschungen. Perubalsam ist eine wertvolle Ware und deshalb vielen Verfälschungen ausgesetzt. Am häufigsten wird er mit fettem Öl (insbesondere mit Rizinusöl), Terpentinöl, Kopaivabalsam, Benzoe und Storax verfälscht. Das Verhalten des Perubalsams zu Lösungsmitteln kann häufig mit Vorteil zum Nachweis dieser Verfälschungen benutzt werden. Nach Mauch (l. c.) ist Chloralhydrat ein gutes Mittel, um Rizinusöl in Perubalsam zu konstatieren. Perubalsam mischt sich klar mit 80 Proz. Chloralhydrat, Rizinusöl ist darin aber nur schwer löslich. Ein Balsam, der mit mehr als 8 Proz. Rizinusöl verfälscht ist, gibt mit 5 Teilen 80 prozentigem Chloralhydrat nur eine trübe Mischung. Da Perubalsam sich in Petroläther nur sehr wenig löst, hingegen Terpentinöl und Kopaivabalsam von diesem Lösungsmittel leicht und klar aufgenommen werden, so läßt sich auch dieses Mittel zum Nachweis von Verfälschungen heranziehen. Zum Nachweis der Echtheit des Perubalsams dient auch das oben genannte Verhalten des unverfälschten Perubalsams zu Schwefelkohlenstoff. Zum Nachweis der Verfälschungen sind zahlreiche, oft ganz unzureichende Verfahrungsarten angegeben worden[4]). Dieterich[5]) hat in der Bestimmung des Gehalts an Cinnamein und Harzester nach Feststellung der Säure-, Ester- und Verseifungszahl ein vorzügliches Mittel gefunden, den Perubalsam auf seine Reinheit und auf seinen Wert zu prüfen.

Verwendung. Der Perubalsam findet ausgedehnte Anwendung in der Parfümerie. Er dient auch zur Bereitung des Chrisma der katholischen Kirche und, statt Vanille, als aromatischer Zusatz zu geringen Schokoladesorten.

---

1) Stenhouse, Pharm. Journ. and Transact. **10** (1850), p. 290.

2) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl., p. 145.

3) Tschirch und Trog, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 93.

4) Verläßliche Daten finden sich bei A. Kremel, Prüfung der Balsame und Gummiharze. Pharm. Post. Wien 1886. S. auch Mac Ewan, Pharm. Journ. and Transact. **15** (1884), p. 238. Speziell über den schwierigen Nachweis von Storax im Perubalsam, s. Stohmann in Muspratts Techn. Chemie. 4. Aufl., **4** (1893), p. 23. Geordnet und gesichtet finden sich die Nachweisungen der Verfälschungen des Perubalsams bei A. Vogl, Kommentar. 1892, p. 461 ff.

5) Helfenberger Annalen. 1897, p. 66 und 60.

In den Jahren 1906, 1907 und 1908 wurden aus St. Salvador Perubalsam ausgeführt im Werte von 72340, 68910 und 82639 $, wovon der größte Teil nach Deutschland gebracht wurde und nur ein Drittel der Ware nach den vereinigten Staaten ging[1]).

Geschichtliches. Der Perubalsam ist eine Erfindung der Ureinwohner der Balsamküste St. Salvadors, wurde nach der Besitznahme Zentralamerikas durch die Spanier (im Anfange des sechzehnten Jahrhunderts) in Europa bekannt und hat sich bald darauf im Arzneischatz der europäischen Länder eingebürgert. Seines lieblichen Geruches halber fand er auch bald in die Parfümerie Eingang.

18. Tolubalsam.

Als Stammpflanze des Tolubalsams (Baume de Tolu des französischen, Balsam of Tolu des englischen Handels, Balsamum Tolutanum v. Resina Tolutana der Pharmakopöen) wurde bis in die neueste Zeit *Myroxylon toluiferum*, eine im nordwestlichen Teile Südamerikas vorkommende, baumartige, dem Perubalsambaume nahe verwandte Papilionate angesehen. Nach den Untersuchungen von Harms liefert aber dieselbe Spezies, von welcher der Perubalsam kommt, nämlich *Myroxylon balsamum (L.) Harms* den Tolubalsam, und zwar ist er die typische Form dieser Art, welche als Stammpflanze des Tolubalsams zu betrachten ist, während eine Varietät dieser Spezies, nämlich *M. b. var. Pereiræ* den Perubalsam liefert (s. oben p. 385).

Wie in der Stammpflanze des Perubalsams kommen auch in der des Tolubalsams keine Sekretbehälter vor, weder in der Rinde noch im Holze. Es entsteht aber gleich dem Perubalsam auch der Tolubalsam erst infolge der Verletzung des Stammes der betreffenden Bäume. Beide sind ausgesprochene pathologische Bildungen, welche im jüngsten Holze entstehen. Gewebsreste dieses Jungholzes habe ich schon vor langer Zeit im Tolubalsam nachgewiesen. (S. unten bei der Charakteristik der im Handel vorkommenden Tolubalsame.)

Nach Bericht des Pflanzensammlers John Weir (1864) werden in die Rinde der Bäume zahlreiche Einschnitte in Form eines nach oben offenen Winkels gemacht und am unteren Ende der Wunde wird ein Bohrloch angebracht, aus welchem alsbald ohne Mithilfe künstlicher Wärme der Balsam hervorquillt, welcher zunächst in am Baume angehängten ausgehöhlten Kürbisfrüchten[2]) angesammelt, hierauf aber in aus Tierfellen

1) Tropenpflanzer **13** (1909), Balsamgewinnung in St. Salvador, p. 591 ff. Nach Daily Consular und Trade Reports.

2) Diese Kürbisfrüchte werden im Lande Concolito genannt; daher der ältere, außer Gebrauch gekommene Name Balsamo de concolito für diese Handelsware, welcher in den Heimatländern indes noch immer gebraucht wird.

hergestellte Behälter überfüllt wird. So gelangt der Tolubalsam an verschiedene am Magdalenenstrom befindliche Orte, wo eine neuerliche Überfüllung in Blechbüchsen vorgenommen wird. Von diesen Orten geht der Balsam den Magdalenenstrom hinab nach den Hafenorten (Savanilla usw.), von wo er in den Welthandel eintritt. Mindere Sorten werden erhalten, indem man den Balsam auf Blättern verschiedener Monokotyledonen (*Maranta* usw.) erstarren läßt.

Die Gewinnung des Tolubalsams wird im Gebiete des Magdalenenstromes betrieben, vornehmlich bei Mercedes, Plato und Turbaco, im beschränkten Maße auch bei Tolu, ferner auch westlich von Cartagena zwischen den in den Magdalenenstrom einmündenden Flüssen Cauca und Zenu. Die Einsammlung erfolgt in der Zeit von Juli bis spätestens April.

Der Tolubalsam des Handels ist gewöhnlich halbweich, rotbräunlich; er erweicht schon in der Hand und läßt sich dann wie Wachs kneten. Dünne Schichten des Balsams sind durchscheinend bis auf kleine dunkle Pünktchen, welche, im Mikroskop gesehen, als Gewebsreste sich kundgeben. Der Geruch ist angenehm, feiner und lieblicher als der des Perubalsams, an Vanille erinnernd; der Geschmack ist aromatisch, dabei aber doch etwas kratzend und säuerlich. Mit der Zeit erstarrt der Tolubalsam völlig und wird zu einer spröden rotbraunen Masse von 1,2 spez. Gewicht, welche schon bei 30° erweicht und bei 60—65° schmilzt. Mit Wasser behandelt, erhält man einen sauer reagierenden Auszug. Aus einem mit kochendem Wasser erhaltenen Extrakte scheiden sich Zimt- und Benzoesäure aus. Die erstarrte Masse liefert ein blaßgelbes Pulver.

Fig. 72. Vergr. 200. Zimtsäurekristalle des Tolubalsams, bei Betrachtung eines dünnen Splitters, welcher in Olivenöl eingelegt wurde.

Im Mikroskop erkennt man, daß der Tolubalsam aus einer homogenen Grundmasse besteht, in welcher Kristalle (Zimtsäure und Benzoesäure) und Gewebsreste eingeschlossen sind. Die Kristalle erkennt man sehr deutlich im polarisierten Lichte, die Zimtsäurekristalle werden besonders deutlich bei Behandlung eines Splitters oder dünngekneteten Stückes des Balsams mit Weingeist, welcher die homogene Grundmasse und selbst die Benzoesäure rascher als die Kristalle der Zimtsäure angreift. Die Kristalle sind monoklinische, etwas korrodierte Prismen. Die im Tolubalsam eingeschlossenen Gewebsreste sind sehr verschiedener Art; gewöhnlich bestehen sie aus dem Gewebe des Holzkörpers der Stammpflanze[1]). Man kann die Gewebsbestandteile am besten ersichtlich machen, wenn

[1]) Näheres hierüber in: Gummi und Harze, p. 476.

man die Probe auf dem Objektträger mit rektifiziertem Alkohol versetzt, wobei die harzigen Anteile des Balsams aufgelöst werden. — Bei der Behandlung des weichen Tolubalsams mit Weingeist verwandelt sich die Grundmasse in kleine Kügelchen, welche in der Flüssigkeit lebhafte Molekularbewegung zeigen. Der starre Tolubalsam wird hingegen hierbei in eine weiche homogene Masse verwandelt.

Schmilzt man den Tolubalsam vorsichtig auf dem Objektträger und hält man hierbei die Probe durch ein Deckgläschen bedeckt, so schmelzen die Kristalle und verlieren sich in der Grundmasse: am Rande der Schmelze sammelt sich ein Teil der kristallisierbaren Substanz in Form eines aus feinen Nadeln bestehenden Sublimates. In der völlig geschmolzenen aber nicht weiter erwärmten Masse der Balsame kristallisiert ein anderer Teil in Form kleiner oblong-sechsseitiger Tafeln heraus. Flückiger[1]) hat beobachtet, daß der geschmolzene Tolubalsam völlig formlos erstarrt. Die Differenz zwischen seinen und meinen Beobachtungen hat gewiß darin ihren Grund, daß Flückiger das Objekt nicht bedeckt hielt und lange erwärmte, wobei die aus flüchtiger Substanz bestehenden aber kristallisierbaren Substanzen sich verflüchtigten[2]).

Chemische Beschaffenheit. Der Tolubalsam ist in Alkohol, Äther, Azeton und Alkalien vollkommen löslich.

Die charakteristische kirschrote Färbung, welche beim Lösen von Tolubalsam in konz. Schwefelsäure entsteht und die auch bei der gleichen Einwirkung auf Toluresinotannol eintritt, beruht auf einer Sulfonierung des Harzalkohols[3]).

Mit Kaliumpermanganat erwärmt, gibt der Balsam starken Bittermandelölgeruch, was auf einen Gehalt an Zimtsäure schließen läßt. Durch Versetzen der alkoholischen Lösung des Balsams mit Eisenchlorid erhält man eine sehr schöne grüne Färbung, welche auf Anwesenheit von Gerbstoff deutet.

Nach Busse[4]) enthält der Tolubalsam Harz, freien Benzylalkohol $C_6H_5CH_2OH$, freie Zimtsäure, freie Benzoesäure, sowie Cinnamein, ein Gemenge von Zimtsäure-Benzylester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOCH_2C_6H_5$ und Benzoesäure-Benzylester $C_6H_5COOCH_2C_6H_5$, also dieselben Körper, die bereits Kraut im Perubalsam nachgewiesen hatte, nur in geringerer Menge und in anderen Verhältnissen.

1) Pharmakognosie, p. 92.

2) Dieser Absatz ist wörtlich meinem Buche: Gummi und Harze (1869, p. 175) entnommen, nicht nur weil das Mitgeteilte im Tatsächlichen heute noch richtig ist, sondern weil ich dadurch meinen ersten Versuch, die Mikrosublimation in die mikroskopische Untersuchung einzuführen, dokumentiere. Über den Nachweis der Zimtsäure im Storax durch Mikrosublimation, s. Gummi und Harze, p. 178.

3) P. Oberländer, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 591.

4) Busse, Berliner Berichte **9** (1876), p. 833.

Tschirch und Oberländer[1]) fanden etwa 7,5 Proz. einer sauren, sehr fein aromatisch riechenden Flüssigkeit, die aus den genannten zwei Estern besteht, von denen aber der Benzoesäure-Benzylester vorwiegt. Freier Benzylalkohol konnte von diesen Forschern in dem von ihnen untersuchten Balsam nicht nachgewiesen werden. Durch die verschiedene Menge der beiden Ester unterscheidet sich der Tolubalsam vom Perubalsam. Tschirch und Oberländer isolierten aus dem Tolubalsam etwa 0,05 Proz. Vanillin, welcher Körper schon früher von E. v. Schmidt[2]) darin nachgewiesen wurde. Freie Zimtsäure und freie Benzoesäure, von denen jedoch die erstere überwiegt, kommen in einer Quantität von 12—15 Proz. vor. Im Perubalsam konnte von Tschirch und Trog keine freie Benzoesäure aufgefunden werden. Die Verunreinigungen (Holzrückstände usw.) betrugen im Tolubalsam etwa 3 Proz.

Die Menge des Reinharzes (Toluresin) beläuft sich auf etwa 80 Proz. Es ist ein gelbes, sehr schwach, aber angenehm riechendes Pulver, das leicht in Alkohol, Eisessig, Azeton, teilweise in Chloroform und Äther, gar nicht in Benzol und Petroläther löslich ist. Bei Luftzutritt färbt sich das gelbe Harz rosenrot. Letzteres ist ein Ester und wird durch verseifende Mittel in Zimtsäure und Benzoesäure, sowie einen Harzalkohol, das Toluresinotannol $C_{16}H_{14}O_3(OCH_3)OH$, ein dunkelbraunes, neutral reagierendes Pulver gespalten, das Gerbstoffnatur zeigt und sich in Azeton, Eisessig, Ammoniak leicht löst. Von Chloroform, Benzol, Äther, Schwefelkohlenstoff werden nur Spuren aufgenommen. Das Toluresinotannol ist homolog mit Peruresinotannol. Das Tolubalsamresin ist nach den Ergebnissen der Verseifung hauptsächlich als ein Zimtsäure-Toluresinotannolester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_{16}H_{14}O_3(OCH_3)$ anzusehen.

Bei der Destillation des Tolubalsams mit Wasserdampf erhält man 1,5—3 Proz. Öl[3]) vom spez. Gew. 0,945—1,09 und dem Drehungsvermögen $\alpha_D = -0^\circ 58'$ bis $+0^\circ 54'$. Der Geruch desselben ist angenehm und erinnert an Hyazinthen. Das Öl ist noch nicht genau untersucht. Der um 170° siedende, elemiartig riechende Kohlenwasserstoff ist nach Kopp ein Terpen (Phellandren?). Wahrscheinlich dürften in dem Öle auch Benzoesäure- und Zimtsäure-Benzylester enthalten sein, nachdem dasselbe eine hohe Verseifungszahl (etwa 180) zeigt und sich aus der Verseifungslauge kristallinische Säuren (vermutlich Zimtsäure und Benzoesäure) abscheiden ließen.

Tschirch nnd Oberländer[4]) untersuchten die Rinde von *Myroxylon toluiferum* und fanden darin Phlorogluzin, Gerbsäure, Phlobaphene,

1) Tschirch und Oberländer, Archiv der Pharm. **232** (1894), p. 559.
2) Schmidt, Ebenda **224** (1886), p. 534. — Jahresberichte. 1886, p. 100.
3) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle. 1899, p. 586.
4) Tschirch und Oberländer, Archiv d. Pharm. **232** (1894), p. 592.

Spuren von Wachs, Zucker und Kumarin, aber keinen im Balsam nachgewiesenen Körper.

Verwendung: Zu Parfümeriezwecken und in der Medizin.

Geschichtliches. Im Heimatlande seit alter Zeit besonders zu Heilzwecken verwendet, wurde der Tolubalsam erst am Ende des sechzehnten Jahrhunderts in Europa bekannt. Im Jahre 1581 erhielt Clusius, damals in österreichischen Diensten, während seines Aufenthaltes in London vom Hofapotheker der Königin Elisabeth dieses damals noch äußerst seltene und kostbare Produkt und brachte es nach Wien. Es war dies wohl der erste Tolubalsam, welcher auf dem Kontinente erschien. Am Ende des siebzehnten Jahrhunderts war Tolubalsam in England schon stark verbreitet, in Frankreich aber noch selten. Im achtzehnten Jahrhundert war er in Europa allenthalben bekannt und von da an datiert seine allgemeine Verwendung in der Medizin und in der Parfümerie.

19. Storax.

Der Storax wurde früher von einigen Styraceen abgeleitet. Die Untersuchungen Hanburys haben aber ergeben, daß dieser Balsam von *Liquidambar orientalis*, also von einem Gewächse, welches früher zu den Balsamifluen gezogen wurde, jetzt in die Familie der Hamamelideen gestellt wird, herrührt.

Dieser Baum erreicht zumeist eine Höhe von 10—14 m und erinnert im Habitus an Ahorn oder Platane. In größeren Waldbeständen kommt er nur in der kleinasiatischen Landschaft Karien vor, im Distrikte Mutesche, wo der mit diesem Baum bestockte Bezirk etwa eine Fläche von 600 qkm einnimmt. Es ist dies der einzige Fleck Erde, auf dem der Storax als Handelsware gewonnen wird [1]. Besonders zu Budrun, dem alten Halikarnassos, bei Melasso, Giova, Mughla und Ulla finden sich beträchtliche Liquidambarwäldchen [2]. Mughla bildet den Mittelpunkt der Storaxgewinnung.

Die Gewinnung des Storax wird von nomadisierenden Turkomanen (Yuruks) in sehr einfacher Weise betrieben, über welche wir zuerst durch Hanbury [3] genauer unterrichtet wurden, nachdem früher vom Tatsächlichen weit abliegende Angaben im Umlauf waren. Man löst

1) J. Moeller, Über Liquidambar und Storax. Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1896, Jubelnummer (1 und 3). Vereinzelt tritt der Baum im Orient und auf dem umliegenden Archipel in weiterer Verbreitung auf.

2) Vgl. Scherzer, Smyrna. Wien 1873. — Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., 1891, p. 127.

3) Pharm. Journ. and Transact. **16** (1857) und Science Papers desselben Autors, p. 140, woselbst auch die Stammpflanze des Storax abgebildet ist. Hanbury stützt seine Mitteilungen über die Storaxgewinnung auf die Angaben von Maltass und McCraith in Smyrna und Campbell in Rhodus.

zuerst die ältere Rinde ab und wirft sie als wertlos bei Seite. Die junge Rinde wird gesammelt, in Kesseln mit Wasser gekocht, wobei sich flüssiger Storax abscheidet. Die Rinde wird hierauf in aus Tierhaaren erzeugten Säcken abgepreßt, wobei gleichfalls noch flüssiger Storax gewonnen wird. Aus den Preßrückständen wird die später noch zu erwähnende Weihrauchrinde erzeugt. Weitere Angaben über die Storaxgewinnung liefert Sawer[1]), welche im wesentlichen mit Hanburys Darstellung übereinstimmen, nur wird bemerkt, daß die äußere Rinde nicht wertlos, sondern auch balsamhaltig ist und zu Räucherungen Verwendung findet.

Einen neueren Bericht über die Storaxgewinnung verdanken wir J. Moeller, welcher (l. c.) eingehende Angaben hierüber von H. Massopust in Triest, wo sich der Hauptsitz des Storaxhandels befindet, und von A. Casilli in Rhodus erhielt. Aus dem Berichte des ersteren sei folgendes hervorgehoben. Die Entrindung geschieht in der Zeit, in welcher der Baum im vollen Safte steht, nämlich von Juli bis September. Die Schälung erfolgt in der Weise, daß mit einem scharfen Instrumente Streifen abgelöst werden, welche aus Borke und lebender Rinde bestehen. Von dem in Quadranten geteilten Stamme wird jährlich ein Viertel der Rinde abgenommen. Nach der vollständigen Entblößung des Holzkörpers wird der Baum gefällt, der durch Stockausschlag sich verjüngt. Die abgenommene Rinde wird in Bündel vereinigt. Die gebündelte Rinde wird durch Kochen in reinem Quellwasser[2]) erweicht, in aus Ziegenhaar angefertigte Säcke getan und ausgepreßt. Der ausgepreßte Balsam samt schmutzigrötlichem Wasser fließt in vorgelegte Behälter, in denen sich der Storax nach einiger Zeit zu Boden setzt. Der so gewonnene Storax wird zum Zwecke des Transportes in Fässer getan, welche zu einem Fünftel mit Wasser gefüllt sind, um den Storax weich zu erhalten und die Verflüchtigung seines Aromas hintanzuhalten. Vor dem Verkaufe wird das Wasser aus dem Fasse abgelassen und der Storax so lange mechanisch bearbeitet, bis das ganze Wasser abgelaufen ist. Der Preßrückstand wird getrocknet und bildet die Weihrauchrinde. In Triest wird er aber auch noch zur Darstellung des weiter unten beschriebenen Storax calamitus verwendet. — Nach Casilli wird der Storaxbaum gegen Ende des Frühlings durch Einschnitte verletzt. Die Abnahme der Rinde behufs Balsamgewinnung beginnt im August und wird mit Ausnahme des Januar den ganzen Winter fortgesetzt. Daß der ganze Stamm der Bäume geschält werde, findet auch in diesem Berichte Bestätigung. Hier taucht wieder die ältere Angabe auf, daß die

1) Odorographia. London 1892.

2) Der im Storax häufig nachgewiesene Gehalt an Kochsalz läßt annehmen, daß an Gewinnungsorten, welche am Meere gelegen sind (z. B. Giova), Meerwasser zum Auskochen des Storax verwendet wird.

frisch abgenommene Rinde vor dem Auskochen und Abpressen zuerst über kleinem Feuer erwärmt werde, wobei ein Teil des Storax austreten soll.

Man sieht, daß vollkommene Klarheit über die Bereitung des Storax noch nicht gewonnen wurde, ja die folgenden Angaben über die Entstehung des Storax in den Geweben der Stammpflanze werden lehren, daß unter der sogenannten Rindenschälung der Storaxbäume eigentlich eine Splintschälung zu verstehen sei, d. h. daß behufs Balsamgewinnung ein Teil des jungen Holzes abgenommen werden müsse, welches der Einfachheit des Verfahrens halber samt der darüber stehenden Rinde vom Stamme getrennt wird.

Das Zentrum der Storaxgewinnung bildet Mughla, von wo über Giova und Rhodus die Ware in den Handel gesetzt wird. Etwa die Hälfte der Ware geht nach Triest, die übrige wird nach Marseille, Livorno, Hamburg und Bombay verschifft. Im Mittel geht die Jahresproduktion über 2000 Meterzentner nicht hinaus.

Entstehung und Vorkommen des Storax in den Geweben der Stammpflanze. In jungen Zweigen von *Liquidambar orientalis* lassen sich nur im Mark Sekretbehälter nachweisen[1]). Nach Lanessan[2]) sollen diesen markständigen Sekretbehältern später in der Rinde ähnliche Bildungen nachfolgen, welche gleich jenen als lysigen bezeichnet werden. Barthelemy[3]) gibt an, daß die Bildung des Balsams sowohl im Holze als in der Rinde vor sich gehe.

Nach den eingehenden Untersuchungen, welche J. Moeller[4]) über die Anatomie der Storaxbäume und über den Storax angestellt hat, entsteht der genannte Balsam im normalen Zustande des Baumes weder in der Rinde noch im Holze und lassen sich, abgesehen vom Mark, im Stamme keinerlei Sekretbehälter nachweisen. Die Balsamgänge entstehen erst nach Verletzungen. Es scheint jede, wenn nur nicht zu starke Verletzung zur Balsambildung zu führen. Sowohl durch Rindeneinschnitte als durch Angriff der Rinde mittelst Hammerschläge und Reibung wird die Bildung von Balsamgängen eingeleitet[5]).

---

1) J. Moeller, Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1879.

2) Histoire des drogues. I, p. 491.

3) Contribution à l'étude du Styrax. Montpellier 1895.

4) In der zuerst (p. 387) genannten Abhandlung.

5) Wahrscheinlich wird auch bei anderen Harzbäumen eine analoge Harz- oder Balsambildung durch Verletzung eingeleitet. So spricht J. Moeller die Vermutung aus, daß der Perubalsam (s. diesen p. 387) in analoger Weise wie der Storax entstehe. P. Nottberg (Experimentaluntersuchungen über die Entstehung der Harzgallen, Dissertation, Bern 1897, p. 45) findet ähnliche Entstehungsverhältnisse auch bei der Tanne. Über analoge Entstehung von Harzen s. oben bei Dammar und unten bei Benzoe.

Auf Moellers Veranlassung sind von L. Planchon in Montpellier Versuche über die Entstehung des Storax angestellt worden, welche zu den eben mitgeteilten Resultaten führten.

Die mikroskopische Untersuchung der verletzten Stämme lehrte, daß immer nur im Holze, niemals in der Rinde Balsamgänge angelegt werden. Selbstverständlich geht die Anlage der Balsamgänge vom Kambium aus, und Moeller hat dies auch durch die direkte Beobachtung konstatiert. Er fand, daß das Kambium ein abnormes Jungholz bildet, in welchem die parenchymatischen Elemente (Holzparenchym) im Vergleiche zum normalen Holze überwiegen. In dem jugendlichen Holzparenchym entstehen die interzellularen Sekretgänge (Balsamgänge[1]). Die

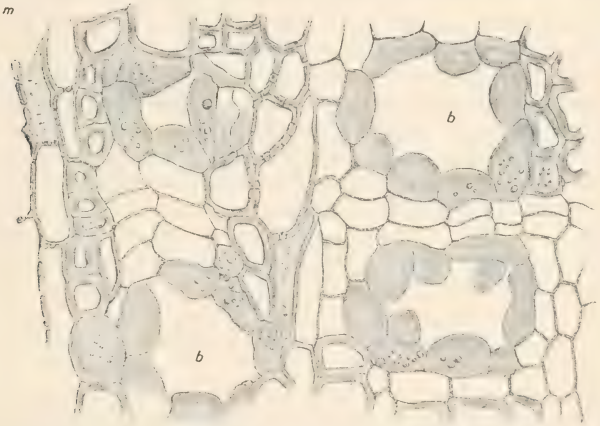


Fig. 73. Vergr. 220 mal. Querschnitt eines durch Reibung verletzten Zweiges von *Liquidambar orientalis*. Pathologisches Jungholz mit Balsamgängen *b* und Markstrahlen *m*. Nach Moeller.

Anlage der Balsamgänge beginnt schizogen, setzt sich aber alsbald lysigen fort. Es fallen alle Elemente des jungen Holzes der Umwandlung anheim; am längsten widerstehen die Markstrahlen, aber schließlich werden auch sie vollständig aufgelöst und wie die eingehenden Untersuchungen Moellers gezeigt haben, geht in den einzelnen Zellen die Auflösung der Membran von außen nach innen vor sich.

Die Untersuchungen Moellers[2]) lehren erstens, daß die Entstehung des Storax ein pathologischer Prozeß ist, ferner, daß das junge Holz

1) Moeller, l. c., Sep.-Abd., p. 19.

2) Zuletzt hat Moeller die Ergebnisse seiner Untersuchungen, durch Abbildungen illustriert, in dem Aufsatze »Nouvelles recherches sur l'origine du Storax« (XII. Congr. intern. de Médecine à Moscou, Sect. IV, 1897) mitgeteilt.

von *Liquidambar orientalis* die einzige Entstehungsstätte dieses Balsams bildet, daß also zu dessen Gewinnung das junge Holz verwendet werden muß, während nach allgemein in der Literatur zu findenden Angaben die Rinde das zur Storaxbereitung dienende Rohmaterial bilden soll. Ganz belanglos ist indes die Rinde für die Balsamgewinnung nicht, da aus dem jungen Holze doch etwas Balsam in die Rinde sickert, welcher teilweise gewonnen wird, teilweise im Preßrückstand zurückbleibt und dann als aromatischer Bestandteil in der Weihrauchrinde verbleibt.

Moeller hat die gleiche Art der Entstehung des Balsams auch für *Liquidambar styraciflua* (l. c.) nachgewiesen[1]).

Sorten des Storax. Der durch Ausschmelzen in Wasser erhaltene Storax ist der flüssige Storax des Handels (Styrax liquidus), aus welchem zwei Kunstprodukte, der Storax in Körnern und der gemeine Storax (Styrax calamitus), dargestellt werden.

Der flüssige Storax bildet eine breiartige, von dunklen Punkten durchsetzte Masse, welche einen angenehmen, vanilleartigen, beim Erwärmen zimtartigen Geruch, einen kratzenden Geschmack hat, und etwas schwerer als Wasser ist. Nach längerer Aufbewahrung wird er zäher, homogener, wohlriechender; die anfangs graue Farbe wird dunkler, bräunlich und zieht etwas ins Grünliche. Auch wird er beim Lagern klarer, was teils auf das Entweichen des in feinen Tröpfchen suspendierten Wassers, teils auf Absatz vegetabilischer Beimengungen zurückzuführen ist; er behält aber stets eine gewisse Klebrigkeit. Anfangs enthält der flüssige Storax bis 22 Proz. Wasser, welches, wie schon oben (Anmerkung Nr. 2, p. 397) angedeutet, häufig etwas Kochsalz aufgelöst enthält.

Der flüssige Storax scheint im frischen Zustande eine völlig homogene Masse zu bilden, welche sich jedoch unter dem Mikroskop in eine Unzahl kleiner Balsamkügelchen, in Tropfen von wässeriger Konsistenz, und in Kristalle von Zimtsäure auflöst. Nebenher treten auch vegetabilische Gewebsreste darin auf. Erwärmt man solchen Balsam auf dem Objektträger, so kristallisiert beim Erkalten aus der Masse das Styrazin in Form feiner Kristallnadeln heraus, während Zimtsäure in Form von Tafeln und Prismen erscheint. Flückiger fand im flüssigen Storax stark verdickte Baströhren. Es kommen aber auch noch andere von der Stammpflanze herrührende Gewebsbestandteile im flüssigen

1) *Liquidambar styraciflua* ist ein Charakterbaum Zentralamerikas und des ganzen atlantischen Nordamerika. Dieser Baum liefert den amerikanischen Storax, das Southern sweet gum, welches von Guatemala bis Illinois als Kaumittel dient [Niedenzu in Engler-Prantls Pflanzenfamilien **3**, 2 (1894), p. 121]. Obgleich das sweet gum in mehreren amerikanischen Pharmakognosien als Heilmittel angeführt wird, ist dasselbe doch nicht Gegenstand des Handels (J. Moeller, l. c.).

Storax suspendiert vor und es kann nunmehr, nachdem wir über die Entstehungsstätte und die Gewinnungsart des Storax unterrichtet sind, nicht wundernehmen, daß auch dem Holze von *Liquidambar orientalis* angehörige Bestandteile sich hin und wieder in dieser Droge vorfinden. — Flüssiger Storax, welcher lange aufbewahrt wurde, läßt keine Balsamkügelchen mehr erkennen. Er besteht vielmehr aus einer homogenen, durchscheinenden, hellbraunen Grundmasse, in welcher große monoklinische, etwas korrodierte Kristalle von Zimtsäure und kleine Kristallnadeln von Styrazin eingebettet sind. Wenn ein solcher alter Storax kurze Zeit auf dem Objektträger erhitzt und hierauf rasch abgekühlt wird, so bildet sich am Rande des Deckglases ein reichlicher Beschlag von Zimtsäure- und Styrazinkristallen.

Das durch hochprozentigen Weingeist extrahierte Harz des flüssigen Storax löst sich in der Kälte in Äther-Chloroform und Äther, in der Wärme auch in fetten Ölen vollständig auf.

Storax in Körnern. Diese Sorte besteht aus bei gewöhnlicher Temperatur starren, künstlich erzeugten Körnern von länglicher Form und wenigen Millimetern Querdurchmesser. Die Farbe der Körner ist braunschwarz, ihre Oberfläche glatt und glänzend. Im Geruch und Geschmack stimmt er mit flüssigem Storax überein. Zwischen den Fingern gehalten, werden die Körner zuerst klebrig, dann weich. Im mikroskopischen Verhalten stimmt er mit dem durch lange Zeit aufbewahrten flüssigen Storax nahe überein; er ist ärmer an Zimtsäurekristallen als dieser.

Gemeiner Storax (Styrax calamita, Storax calamitus) ist ein Kunstprodukt, und zwar ein Gemenge geringerer Sorten von flüssigem Storax mit verschiedenen trockenen Pflanzengeweben, als: ausgeschmolzene Rinde nebst anhängendem Splintholz von *Liquidambar orientalis*, Sägespäne gemeiner europäischer Laubhölzer, ausgesottene Zimtrinde von *Cinnamomum zeylanicum* (und *C. Cassia*) usw. Diese Sorte von Storax wird vorzugsweise in Triest bereitet. Die ausgeschmolzene und abgepreßte Rinde von *Liquidambar orientalis* bildet die Weihrauchrinde oder Cortex Thymiamatis des Handels, welche aber nur in geringer Menge auf den Markt gebracht wird[1]).

Der gemeine Storax bildet eine feuchte, braunschwarze, humusartige Masse, welche mit der Zeit heller braun wird und, je nach ihrer Güte, größere oder kleinere Mengen von Zimtsäure- und Styrazin-Effloreszenzen

---

1) Über Cortex Thymiamatis, welche zum Räuchern Verwendung findet, siehe Flückiger, Pharmakognosie. 1. Aufl., p. 85. — Berg, Pharmazeutische Warenkunde, p. 597. Sehr ausführlich wurde dieselbe von J. Moeller (Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins, 1896) beschrieben.

erkennen läßt. Der Geruch ist storaxartig, doch tritt hier der Zimtgeruch stärker hervor. Die geringen Sorten des gemeinen Storax haben einen unangenehmen, moderigen Beigeruch. Die beigemengten Pflanzengewebe sind direkt im Mikroskop nicht kenntlich, da sie mit den harzigen Substanzen innig verbunden sind. Kocht man diesen Storax aber mit hochprozentigem Alkohol aus und behandelt die Gewebsstücke mit verdünnter Chromsäure, der etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, so treten ihre Strukturverhältnisse mit Deutlichkeit hervor.

Auch andere *Liquidambar*-Arten liefern wohlriechende, balsamische Harze, so die oben bereits berührte Art *L. styraciflua*, ferner *Altingia excelsa Noran.* (= *Liquidambar Altinganum Blume*; der Rasamala) auf Java und Sumatra und *L. tricuspis Miq.* auf Sumatra. Ersterer liefert das Harz Kindai, letzterer einen Balsam, der auf Sumatra Sigedungdung und Macendung genannt wird[1]). Auch in Hinterindien liefert der Rasamala einen Balsam, welcher in Indien zu medizinischen Zwecken benutzt wird[2]).

Unter Storax (Storax officinalis) verstand man in früheren Zeiten andere balsamische Harze, die von *Styrax officinalis* herrührten, von welchem Baum irrtümlich auch jetzt noch manchmal der Storax des gegenwärtigen Handels hergeleitet wird[3]).

Der Storax löst sich vollständig in Äther, unvollständig in Alkohol; die Lösungen reagieren sauer.

Chemische Beschaffenheit des Storax. Die von Tschirch untersuchten Storaxsorten verschiedener Herkunft lösten sich bis auf Rindenstücke fast ganz in Äther, Alkohol, Methylalkohol, Amylalkohol, Eisessig, Azeton. Petroläther und Toluol lösten nur teilweise.

Chemische Beschaffenheit. Die Hauptmasse des Storax[4]) besteht aus den Zimtsäureestern verschiedener Alkohole; so wurde schon 1827 von Bonastre daraus das Styrazin (Zimtsäurezimtester) $C_6H_5CH{=}CH{-}COOCH_2{-}CH{=}CHC_6H_5$ gewonnen, das in farblosen Nadeln kristallisiert, die bei 44° schmelzen. Miller[5]) hat aus dieser Droge den Zimtsäurephenylpropylester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOCH_2{-}CH_2{-}CH_2C_6C_5$, welcher eine geruchlose, dickliche Flüssigkeit darstellt, und den Zimt-

1) S. hierüber Junghuhn, Java, I, p. 322; Miquel, Sumatra, p. 88; ferner Gummi und Harze, p. 179.

2) Pharmacopoeia of India. 1868, p. 88. — Cooke, l. c., p. 117.

3) Über die gegenwärtig bedeutungslos gewordenen Storaxsorten der Alten s. Gummi und Harze, p. 180. Daselbst auch der Hinweis, daß einige Autoren den Storax von *Styrax officinalis* ableiten. Auch jetzt wird manchmal, selbst in angesehenen Schriften, der offizinelle Storax von dieser Pflanze abgeleitet.

4) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Aufl., p. 129.

5) Miller, Liebigs Annalen **188** (1877), p. 184.

säureäthylester $C_6H_5CH{=}CHCOOC_2H_5$ isoliert. Ob auch Zimtsäurebenzylester[1]) im Storax vorkommt, ist noch nicht sichergestellt.

Die Hauptbestandteile des letzteren sind nach Miller zwei alkoholartige Körper, α- und β-Storesin[2]) (Storesinol) $C_{36}H_{57}O_2 \cdot OH$, welche vorwiegend als Zimtsäureester (Zimtsäurestoresinester) und, in untergeordneter Menge, in Form der Natriumverbindung $C_{36}H_{57}O_2 \cdot ONa$ sowie in ungebundenem Zustande vorhanden sind.

Das α-Storesin ist eine amorphe Substanz vom Schmelzpunkt 160 bis 168°, liefert eine in kaltem Wasser ziemlich schwer lösliche, in Nadeln kristallisierende Kaliumverbindung $C_{36}H_{57}O_2 \cdot OK$; das β-Storesin bildet weiße Flocken, die bei 140—145° schmelzen, und gibt ein amorphes Kalisalz, das in Wasser leichter löslich als das des α-Storesins ist.

Miller konnte nicht entscheiden, ob im Storax Vanillin enthalten sei; der sichere Nachweis für die Anwesenheit dieses Aldehyds im Storax ist später K. Dieterich[3]) gelungen.

Außer der in den Estern gebundenen Zimtsäure kommt diese Säure im freien Zustande neben sehr wenig Benzoesäure im Storax vor. C. Liebermann[4]) fand in der Zimtsäure aus Storax Isozimtsäure[5]), welche Verbindung wasserhelle, bei 57° schmelzende Kristalle liefert. Benzoesäure konnte von Tschirch in Storaxsorten nie aufgefunden werden.

Mylius[6]) gewann aus dem in Petroläther löslichen Anteile des Storax das Styrogenin $C_{26}H_{40}O_3$, eine bei 350° schmelzende kristallisierende Substanz, die von Chloroform reichlich aufgenommen wird. Nach Miller finden sich noch im Storax Harz und Kautschuk vor.

Storax liefert bei der Destillation mit Wasser 0,5 Proz., bei Anwendung gespannter Dämpfe etwa 1 Proz. ätherisches Öl[7]). Dieses ist eine hellgelbe bis dunkelbraune, angenehm riechende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 0,89—1,1 und dem Drehungsvermögen $\alpha_D = -3$ bis $-38°$. Storaxöl destilliert unter teilweiser Zersetzung zwischen 150

1) Laubenheimer, Liebigs Annalen **164** (1872), p. 289.

2) Körner gibt dem von ihm hergestellten Storesin die Formel $C_{30}H_{50}O_4$, läßt es aber unentschieden, ob es neben dem Millerschen Produkte vorhanden ist oder sich aus demselben bildet (Freiburger Dissertation. Stuttgart 1880).

3) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1896, p. 50. — Chemische Revue. 1897, p. 48.

4) C. Liebermann, Berliner Berichte **23** (1890), p. 155.

5) Die Isozimtsäure ist eine labile Modifikation der Zimtsäure, besitzt die stereochemische Formel $\begin{matrix} C_6H_5{-}C{-}H \\ \| \\ COOH{-}C{-}H \end{matrix}$ und ist zuerst in den Alkaloiden der Kokablätter aufgefunden worden.

6) Mylius, Berliner Berichte **15** (1882), p. 945.

7) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, p. 546.

bis 300° und hinterläßt Zimtsäure im Rückstand. Das Öl enthält Styrol, welches schon von Bonastre[1]) aus amerikanischem Storax gewonnen wurde und eine inaktive, bewegliche, stark lichtbrechende, bei 144° siedende Flüssigkeit bildet.

van't Hoff[2]) gewann aus Storaxöl etwa 0,4 Proz. Styrocamphen $C_{10}H_{16}O$ oder $C_{10}H_{18}O$, welche Substanz die Drehung des ätherischen Öles bedingt. An sonstigen Bestandteilen wurden die Zimtsäureester des Äthyl-, Benzyl-, Phenylpropyl- und Zimtalkohols[3]) nachgewiesen.

Die annähernde prozentische Zusammensetzung[4]) des Storax ist nachfolgende:

Styrazin (Zimtsäurezimtester) . . .	5—10 Proz.
Zimtsäurephenylpropylester . . etwa	10 »
Zimtsäure-Storesinester	10—20 »
α- und β-Storesin (teils gebunden an Zimtsäure, teils als Natriumverbindung, teils frei) . . . . etwa	50 »
Zimtsäure[5])	2—5 »
Styrol	2—3 »
Vanillin[6])	0,15 »

Tschirch[7]) konnte bei der Verseifung des im Storax enthaltenen Harzes einerseits Zimtsäure $C_6H_5CH{=}CH{-}COOH$, andererseits einen Harzalkohol, das Storesinol $C_{16}H_{25}O \cdot OH$ gewinnen, das ein weißes, geruchloses, bei 156—161° schmelzendes Pulver darstellt. Das Storesinol ist isomer mit dem aus Benzoe dargestellten Benzoresinol.

Das Resin des Storax (Storaresin) ist demnach ein Harzester von der Zusammensetzung $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_{16}H_{25}O$. Von demselben sind etwa 36 Proz. in Storax vorhanden. Neben dem genannten Harzester ist in Storax etwas freies Storesinol.

Das α- und β-Storesin Millers sind verschieden stark verseifte Produkte. Die Zusammensetzung der Storaxsorten schwankt sehr. Nachstehende Zahlen ergaben sich bei der Untersuchung einer guten Handelssorte (Tschirch[8]):

---

1) Bonastre, Journ. de Pharm. **13** (1827), p. 149; **17** (1831), p. 338.

2) van't Hoff, Berliner Berichte **9** (1876), p. 5.

3) Abderhalden, Biochemisches Lexikon. Bd. VII, 2. Hälfte, p. 607 (Artikel Ätherische Öle, bearbeitet von R. Leimbach).

4) Fehling, Neues Handwörterbuch der Chemie **6** (1898), p. 1375.

5) Die Gesamtausbeute an Zimtsäure kann 12 Proz., ja nach Löwe bis 23 Proz. betragen Archiv d. Pharm. **139** (1857), p. 193; Jahresberichte, 1855, p. 17.

6) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1896, p. 52.

7) Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, p. 298.

8) Tschirch, l. c., p. 307.

In Äther unlösliche Substanzen	1—2,4 Proz.
Freie Zimtsäure (aus Säurezahl berechnet)	23,0 »
Wasser	14,0 »
Aromatische Zimtsäureester	22,5 »
Styrol und Vanillin	2,0 »
Harz	36,0 »

Aus diesen Zahlen folgt:

Gesamt-Zimtsäure		47,3 »
davon	freie Zimtsäure	23,1 »
	gebunden	24,2 »

Zur Wertbestimmung[1]) von Storax schlägt K. Dieterich[2]) vor, die Menge des Wassers, der Asche, des in Alkohol löslichen und unlöslichen Anteils festzustellen, ferner die Säure-, Ester-, und Verseifungszahl zu bestimmen. Die Handelssorten sollen zumeist verfälscht sein.

Bei Bestimmung der Methylzahlen[3]) in Liquidambar und Storax konnte M. Bamberger nachweisen, daß erstgenannte Substanz keine Methylzahl ergab, während das letztgenannte Harz eine solche aufwies.

Gemeiner Storax (Styrax calamita, Storax calamitus) ist, wie schon bemerkt, ein Kunstprodukt, und zwar ein Gemenge geringerer Sorten von flüssigem Storax mit verschiedenen trockenen Pflanzengeweben, als: ausgeschmolzene Rinde nebst anhängendem Splintholz von *Liquidambar orientalis*, Sägespäne gemeiner europäischer Laubhölzer, ausgesottene Zimtrinde von *Cinnamomum zeylanicum* und *C. Cassia* usw.[4]), und es lag die Vermutung nahe, daß der in dem genannten Produkt gefundene Gehalt an Methyl von der Einwirkung der Jodwasserstoffsäure auf die Sägespäne herrührte, welche Annahme M. Bamberger auch durch das Experiment[5]) bestätigt fand.

Amerikanischer Storax (Sweet gum). Die Löslichkeitsverhältnisse sind denen des asiatischen Storax gleich.

Amerikanischer Storax[6]) enthält nach Miller[7]) Styrazin und Zimtsäurephenylpropylester, während Zimtsäureäthyl- und Zimt-

1) Evers, Pharm. Zeitung. 1896, Nr. 84.

2) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1896, p. 103; 1897, p. 99. — Pharmazeutische Zentralhalle. 1899, Nr. 28 und 29.

3) M. Bamberger, Zur Analyse der Harze und Balsame, Monatshefte f. Chemie **11** (1890), p. 84).

4) Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Aufl., p. 325. S. auch oben, p. 401.

5) R. Benedikt und M. Bamberger, »Über eine quantitative Reaktion des Lignins«, Monatshefte f. Chemie **11** (1890), p. 260.

6) Flückiger, Archiv d. Pharm. **220** (1882), p. 646.

7) Miller, Ebenda **220** (1882), p. 648.

säurebenzylester fehlen. Auch isolierte Miller daraus ein Storesin, das große Ähnlichkeit mit den entsprechenden Verbindungen des Balsams von *Liquidambar orientalis* besitzt. Bonastre erhielt bei der Destillation eines frischen Balsams 7 Proz. Öl, welch letzteres nach Miller im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Storaxöl rechtsdrehend ($\alpha_D = +16^\circ 33'$) ist, Styrol $C_6H_5CH{=}CH_2$ und einen optisch aktiven, nach Terpentinöl riechenden, nicht näher studierten Körper enthält[1]).

An freien Säuren konnte Zimtsäure isoliert werden. Außerdem wurde von Tschirch auch Vanillin nachgewiesen. Tschirch und L. van Itallie[2]) konnten bei der Verseifung des Harzes die genannte Säure sowie einen Harzalkohol, das Styresinol $C_{16}H_{26}O_2$, erhalten. Diese Substanz, welche isomer mit Benzoresinol und Storesinol ist, besitzt fast dieselben Eigenschaften wie das Storesinol. Letztgenannte Verbindung, der Kalischmelze unterworfen, liefert Essigsäure und Salizylsäure $C_6H_4(OH)COOH$ und bei der trockenen Destillation wurde eine rotbraune Flüssigkeit mit grüner Fluoreszenz erhalten, in der Benzol, Toluol, Phenol und Kresol nachgewiesen wurden.

Tschirch[3]) gibt für die Zusammensetzung von amerikanischem Storax nachstehende Zahlen:

In Äther unlöslich	3,12	Proz.
Freie Zimtsäure (aus der Säurezahl berechnet	23,40	»
Aromatischer Ester . . . etwa	24,80	»
Styrol und Vanillin	2,0	»
Harz	45	»

Aus diesen Zahlen folgt:

Gesamtzimtsäure	50,93	»
Freie Zimtsäure	23,40	»
Gebundene Zimtsäure	27,53	»
Von letzteren in Form aromatischer Ester gebunden . etwa	14,50	»

Die Unterschiede zwischen dem orientalischen und amerikanischen Storax sind gering.

Tschirch konnte den im ersteren aufgefundenen Zimtsäureäthylester $C_6H_5CH{=}CH{-}COOC_2H_5$ in der von ihm untersuchten Sorte von amerikanischem Storax nicht nachweisen.

Chemische Beschaffenheit des Hondurasbalsams. Der fälschlich »Weißer Perubalsam« genannte Hondurasbalsam wurde zuerst von

1) Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, p. 549.

2) Tschirch und L. van Itallie, Archiv d. Pharm. **239** (1901), p. 532.

3) Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, p. 315.

Thoms und Biltz[1]), dann von Tschirch und Burchhardt[2]) und endlich von Hellström[3]) untersucht. Tschirch und Burchhardt wiesen nach, daß es sich um einen Liquidambarbalsam, den sogenannten Balsamum indicum album, handelt. Ein heller sowie ein dunkler Hondurasbalsam wurden von Tschirch und J. O. Weidmüller[4]) auf seine Zusammensetzung geprüft.

In dem ersteren Balsam konnten nachgewiesen werden: freie Zimtsäure sowie ein Harzester aus der Klasse der Resinolresine, der bei der Verseifung Zimtsäure sowie ein farbloses bei 166—167° schmelzendes Resinol, das Honduroresinol $(C_{16}H_{26}O_2)n$ lieferte. Der Harzester ist daher als ein Zimtsäureester des Honduroresinols anzusprechen.

Letzteres ist isomer mit nachfolgenden Resinolen: Storesinol, Styresinol, Benzoresinol, Honduroresinol (Hellström). »Die genannten Resinole sind die charakteristischen Bestandteile der Balsame der Styraxgruppe[5]).« Weiter ließ sich aus dem Balsam ein Honduroresen $(C_{38}H_{38}O_4)n$ gewinnen.

Das Cinnamein des hellen Hondurasbalsams enthält neben Kohlenwasserstoffen (C_8H_8, C_8H_{10}, C_9H_{12}) Zimtsäureester des Zimtalkohols, sowie des Phenylpropylalkohols[6]). — Der dunkle Hondurasbalsam hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die hellgefärbte Probe. In dem Cinnamein konnte ein zweiwertiger Alkohol, das Hondurol $C_{17}H_{14}(OH)_2$, eine bei 42,5° schmelzende kristallisierte Substanz, aufgefunden werden.

Der Storax findet in der Parfümerie und in der Medizin Verwendung. Außerdem kann er als ausgiebige Quelle zur Darstellung der Zimtsäure benutzt werden.

Verfälschung. Der flüssige Storax ist als wertvolles Produkt mannigfachen Verfälschungen ausgesetzt. Nach Moeller[7]) wird in neuerer Zeit der flüssige Storax durch Zusatz von künstlichem Terpentinöl (d. i. der zwischen 120 und 160° übergehende Anteil der Petroleumdestillation) verfälscht.

Geschichtliches. Der Storax der Alten, dessen Theophrast und Herodot Erwähnung tun, ist zweifellos ein von *Styrax officinalis* herrührendes festes, harziges Produkt gewesen. Dieses Produkt ist seit langer Zeit aus dem Handel verschwunden, wenn es auch zu lokalem Gebrauche in der griechischen Kirche und in den Moscheen noch hier

1) Thoms und Biltz, Zeitschr. österr. Apoth.-Ver. 1904, p. 943.

2) Tschirch und Burchhardt, Schweiz. Wochenschrift f. Chem. u. Pharm. 1905, Nr. 18.

3) Hellström, Archiv d. Pharm **243** (1905), p. 218.

4) Tschirch und J. O. Weidmüller, Archiv d. Pharm. **248** (1910), p. 420.

5) Tschirch und J. O. Weidmüller, l. c., p. 422.

6) Ebenda p. 427.

7) l. c., Sep.-Ab., p. 5.

und dort in Kleinasien gesammelt wird[1]). Die mittelalterlichen Daten über Storax sind dunkel; es ist nicht recht zu entscheiden, ob unter den damals als Storax bezeichneten Produkten noch das Harz von *Styrax officinalis* oder schon der Balsam von *Liquidambar orientalis* gemeint ist. Das erstgenannte Harz scheint bis ins Mittelalter hinein oder auch noch später in medizinischer Verwendung gestanden zu sein. Es ist wahrscheinlich, daß die festen Storax-Arten der älteren Zeit von *Styrax officinalis*, hingegen jene, welche ausdrücklich als flüssiger Storax bezeichnet wurden, von *Liquidambar orientalis* herrührten, also bereits unserem Storax entsprachen. Unter dieser Voraussetzung, welche die Zeitgrenze für das Auftauchen unseres Storax nichts weniger als zu weit zurückversetzt, wäre derselbe im 17. Jahrhundert in Europa erschienen. In dieser Zeit tritt, wie die Pharmakopöen der damaligen Zeit lehren[2]), flüssiger Storax als Bestandteil von Medikamenten auf[3]).

20. Benzoe.

Dieses Harz erscheint im französischen Handel als Benzoin, im englischen als Gum Benjamin und in den Pharmakopöen als Resina Benzoe.

Man hat bis in die neuere Zeit *Styrax Benzoin (= Benzoin officinale)* als die ausschließliche Stammpflanze der Benzoe angesehen. Dieser im indischen Florengebiete auftretende Baum gehört in die Familie der Styraceen.

Als durch die Untersuchungen von Kolbe und Lautemann[4]) gezeigt wurde, daß neben den bis dahin bekannt gewordenen benzoesäureführenden Benzoesorten des Handels auch andere vorkommen, welche Zimtsäure enthalten, und berichtet wurde, daß diese letzteren auch einen anderen Charakter an sich tragen als die gewöhnlichen, wurde mehrfach, sehr bestimmt zuerst von Henkel[5]), die Frage aufgeworfen, ob die zimtsäureführenden Sorten dieses Harzes gleicher Abstammung seien wie die benzoesäureführenden. Diese Ansicht vertrat, namentlich bezüglich der Siambenzoe, auch Flückiger[6]), und Holmes[7]) sagt, die Stammpflanze der letzteren sei von *Styrax Benzoin* verschieden; sie

1) Journ. de Pharm. **29** (1876), p. 244.

2) S. z. B. Schroeders Pharmacopoeia medico-chymica. 1649.

3) Auf Grund eines chinesischen Berichtes stellt Flückiger (Pharmakognosie, 1891, p. 133) die Meinung auf, daß unser Storax in Vorderasien bereits im 7. Jahrhundert unserer Zeitrechnung bereitet wurde.

4) Annalen der Chemie und Pharmazie. 1860 und 1861.

5) Cannst. Jahresber. 1861. — Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1865.

6) Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891, p. 120, wo es heißt: »Dagegen ist zu vermuten, daß die Benzoe von Penang an der Straße von Malakka einen anderen Ursprung habe (als die gewöhnliche Benzoe), und zweifellos ist dies der Fall bei der so abweichenden Sorte von Siam.« Bezüglich der ersteren spricht Flückiger die Vermutung aus, daß sie von *Styrax subdenticulata Miq.* abstamme.

7) Pharm. Journ. and Transact. 1891, p. 518.

besitze andere Blätter und einen anderen Fruchtknoten. Auch rücksichtlich der Padangbenzoe wird behauptet, daß sie nicht von *Styrax Benzoin* abstamme. Aber nach Treub[1]) ist die Stammpflanze dieser Benzoeart von der der übrigen sumatranischen Benzoearten nicht verschieden.

Daß auch die zimtsäureführenden Benzoearten von *Styrax Benzoin* abstammen, habe ich[2]) schon vor längerer Zeit zu zeigen versucht. Mein Untersuchungsmaterial bestand aus einer zimtsäureführenden Benzoe von Singapore und mit Blättern, Blüten und Früchten versehenen Herbarexemplaren jener (kultivierten) Bäume, welche dieses Harz lieferten. Ein Vergleich der Pflanze mit *Styrax Benzoin* zeigte eine so vollständige Übereinstimmung, daß selbst die Annahme, man hätte es in der Benzoepflanze von Singapore mit einer Varietät des genannten Baumes zu tun, ohne Berechtigung wäre. Nach diesem Sachverhalte hat die Meinung, die zimtsäurehaltigen Benzoesorten würden nicht von *Styrax Benzoin* abstammen, ihre Berechtigung verloren, und es ist wohl als gewiß anzunehmen, daß die alte Ansicht über die botanische Provenienz der Benzoe auch heute noch richtig ist[3]).

Der Benzoebaum kommt in einem großen Teile Hinterindiens, namentlich in Cambogia, Siam und Cochinchina vor, und ist auch über Sumatra, Java und Borneo verbreitet. Die zur ergiebigen Gewinnung der Benzoe erforderliche Kultur der Bäume wird in den genannten Ländern Hinterindiens, ferner auf Sumatra, in neuerer Zeit auch in Singapore betrieben. Die größte Menge dieses Harzes liefert Sumatra, besonders die Küste von Palembang. Die Benzoepflanzungen stehen auf Reisfeldern in den Küstengegenden, während die wildwachsenden, gleichfalls exploitierten Bäume im Innern der Insel in einer Seehöhe von 300—1000 Fuß vorkommen[4]).

1) Botan. Jahresber. 1892, II, p. 379.

2) Mikr. Unters. (Stuttgart 1872), in dem Kapitel: Die Benzoe von Singapore, p. 87—93. Über die angebliche Abstammung der Siambenzoe von *Styrax benzoides Craib.* und *St. crotonoides*, *L. B. Clarke* (Hooker, Flora Brit. Indic. III, p. 589; hier die Angabe, daß die Pflanze in Singapore ihre Heimat habe) s. oben, p. 230. Daselbst auch über bolivische Benzoe nachzusehen. Während des Druckes erschien in der Berliner Apothekerzeitung (August, September 1913) eine ausführliche Abhandlung über die Siambenzoe von C. Hartwich, worin *Styrax benzoides Craib.* und *St. tonkinensis Craib.* als die Stammpflanzen der Siambenzoe bezeichnet werden.

3) Der Gehalt der Benzoearten an Benzoesäure und Zimtsäure scheint für die Sorten der Benzoe und für deren Herkunft nicht so entscheidend zu sein, als früher angenommen wurde. Kolbe und Lautemann entdeckten (1860) in Siam- und Penangbenzoe Zimtsäure, aber Hirschsohn (1877) hat in Siambenzoe keine Zimtsäure gefunden, dasselbe gibt auch Aschoff an. Moody (1888) fand in zahlreichen Benzoearten verschiedener Provenienz Benzoe- und Zimtsäure. Nach späteren Untersuchungen enthalten die ordinären Benzoesorten mehr Benzoesäure, die feinen (mandelreichen) mehr Zimtsäure (Vogl, Kommentar. 1892, p. 451). S. auch unten im Kapitel: Chemische Beschaffenheit der Benzoe.

4) Miquel, Sumatra, p. 72 ff.

Auf Singapore, wo die Engländer die Benzoegewinnung betreiben, stehen nur angepflanzte Bäume in Verwendung.

Vorkommen und Entstehung der Benzoe in den Geweben der Stammpflanze. Die Untersuchungen, welche ich über die Entstehung des Benzoeharzes in den Geweben der Stammpflanze anstellte, haben die bemerkenswerte Tatsache ergeben, daß das Harz der Benzoe

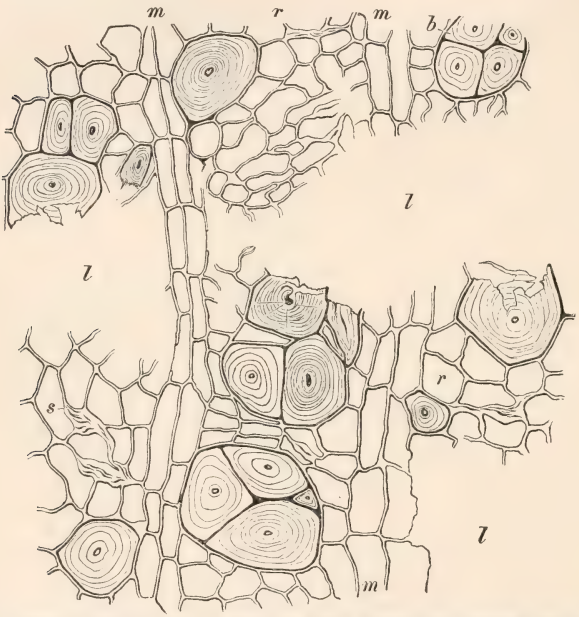


Fig. 74. Lysigene Harzhöhlen aus der Rinde von *Styrax Benzoin* nach Entfernung des Exkretes durch Alkohol. *m* Rindenstrahlen. *r* Phloemparenchym. *b* Bastzellen. *s* obliterierte Siebbündel. *l* Harzlücken. (Nach Tschirch.)

nicht aus einem bestimmten, sondern aus mehreren verschiedenen Geweben der Stammpflanze hervorgeht. Die Hauptmasse des Harzes entsteht in der Mittelrinde. Hier ist auch die Entstehungsstätte der Zimtsäure zu suchen. Aber auch aus den Markstrahlen des Holzes und Bastes entsteht ein Teil des Harzes, und selbst die Außenrinde nimmt Anteil an der Bildung des Benzoeharzes, sofern nämlich hier die Hauptmasse des Farbstoffes gebildet wird[1]).

1) Näheres über die Anatomie des Stammes von *Benzoin officinale* und über die Entstehung des Harzes in den Geweben der Stammpflanze, s. Wiesner, Mikr. Unters., Benzoe von Singapore, p. 89 ff.

Hierauf hat Tschirch[1]) die Entstehung des Benzoeharzes in den Geweben der Stammpflanze genauer untersucht und ist im wesentlichen zu den gleichen Resultaten gelangt. Er fand aber weiter noch, daß sowohl in der Rinde als im Holze die Verharzung der Gewebe in den Markstrahlen beginnt und in der Rinde von den Markstrahlen auf das Phloemparenchym übergeht und endlich sogar die Bastzellen und die Sklerenchymelemente ergreift, welche bei der Umbildung wie angefressen erscheinen. Im Holze verbreitet sich die Verharzung der Membranen von den Markstrahlen über Holzparenchym, Libriform und über die Gefäße. Die Auflösung der Membran geht von außen nach innen vor sich (Fig. 74).

Später wurde von Tschirch in Gemeinschaft mit Svendsen[2]) gezeigt, daß im unverletzten Stamme von *Styrax Benzoin* keine Harzbehälter vorkommen, dieselben vielmehr als Resultat von Verwundungen entstehen, die Harzbildung des Benzoebaumes in analoger Weise erfolgt, wie es zuerst J. Moeller bezüglich der Entstehung des Storax nachgewiesen hat.

Gewinnung der Benzoe. Nach älteren Angaben werden die Stämme der Benzoebäume vom 5. oder 6. Lebensjahre an bis zu ihrem 20. Jahre alljährlich von der Krone an schief nach unten hin angeschnitten, eine Prozedur, die man in jedem Jahre mehrmals wiederholt[3]). Nach Marsden[4]) beginnt man auf Sumatra die Harzbäumchen anzuschneiden, wenn sie ihr 7. Lebensjahr erreicht haben. Die Stämmchen haben dann einen Durchmesser von 7—8 Zoll. Die Harzung besteht auf Sumatra einfach darin, daß in den Stamm Einschnitte gemacht werden. Die besten Produkte erhält man in den ersten drei Jahren der Benutzung eines Baumes. Nach 10—12 Jahren liefern die Bäume ein so dunkles und wenig riechendes Harz, daß dasselbe nicht mehr als Handelsware dienen kann. — Auch nach Duplessy werden die Produkte der späteren Ernten dunkler. — Nach Miquel (l. c.) schneidet man auf Sumatra die Benzoebäume jährlich viermal an. Die erhaltenen Produkte sind, namentlich nach dem Alter der Bäume, verschieden. Die besten, von jüngeren Bäumen herrührenden Benzoesorten werden auf Sumatra als »Kopf«, die geringen, von alten Bäumen stammenden

---

1) Angewandte Pflanzenanatomie **1** (1889), p. 515. S. auch F. Lüdy, Studien über die Sumatrabenzoe und ihre Entstehung. Berner Dissertation. Berlin 1893. Daselbst wird wahrscheinlich gemacht, daß das Benzoeharz aus Gerbstoff hervorgeht. (Vgl. Wiesner, Gummi und Harze, p. 69, wo die Anschauung begründet wird, daß eine Reihe von Harzen Gerbstoffen ihr Entstehen verdanke.)

2) Die Harze und die Harzbehälter. Bd. II (1906), p. 1199 ff.

3) Duplessy, l. c. II, p. 352.

4) The history of Sumatra. London 1811.

als »Fuß« bezeichnet. Analoge Bezeichnungen sind dort auch für andere Produkte, z. B. für die Sorten des Kampfers, im Gebrauche. Die rohe Benzoe wird in Matten verpackt und den Hafenplätzen Sumatras zugeführt.

Zur Zeit, als das Benzoeharz in Europa begehrt zu werden begann, ging man sehr barbarisch bei dessen Gewinnung zu Werke, indem man die Benzoebäume einfach fällte und das außen an Rindenverletzungen vorkommende und das zwischen Rinde und Holz zusammengeflossene Harz sammelte. Nach und nach hat man dieses verschwenderische Verfahren verlassen; aber nach Schomburgk wurde noch in neuerer Zeit (1862) diese Gewinnungsart praktiziert. Man geht aber jetzt, wenn man die Bäume fällt, viel rationeller als früher zu Werke. Man gewinnt durch Anschnitt aus den jungen Bäumchen schöne helle Mandelbenzoe (s. unten), und später, wenn der Baum 20—25 Jahre alt geworden ist und nur mehr ein dunkles Harz liefert, fällt man ihn und beraubt ihn seines ganzen ausgeschiedenen Harzes.

Nach Kapitän Hicks werden in den nördlichen Loasstaaten die Siambenzoe liefernden Bäume in den Monaten April und Mai behufs Harzgewinnung angeschnitten. Die beste Sorte von Siambenzoe, von welcher aber 1893 nur etwa 20 Tonnen ausgeführt wurden, heißt in England »Bold blocky almondi«; sie stammt aus einem eng begrenzten Gebiete, aus Luang Prabang, am Ostufer des Mekong im französischen Hinterindien, und geht über Bangkok nach England[1]).

In den Handel kommt die Benzoe sehr häufig in Kisten, welche von der Harzmasse fast vollkommen erfüllt sind. Diese rationelle Verpackungsart ist aber nur möglich, wenn die Benzoe erweicht wird. In den Hafenplätzen Sumatras, welche Benzoe ausführen, wird diese Erweichung entweder in der Sonnenhitze oder durch künstliche Wärme vorgenommen. Die Benzoe kommt aber auch umhüllt mit Palmen- und anderen Monokotyledonenblättern, oder in Jute- und andere Säcke verpackt im Handel vor. Abdrücke von Blättern und groben Geweben und anhaftende Gespinstfasern sind deshalb an der Handelsware nicht selten zu finden. Die besten Sorten (»Tränen«) werden sorgfältig verpackt, um ein Zusammenfließen der natürlichen Stücke möglichst zu verhindern.

Im Handel erscheint die Benzoe entweder in Form loser, homogener Stücke (Tränen) oder als Mandelbenzoe. Letztere besteht aus einer porösen, dunklen, meist loh- oder schokoladebraunen, manchmal im Aussehen an Kolophonium erinnernden Grundsubstanz, in welcher runde, glattbegrenzte, homogene Körner (Mandeln) von lichter Farbe eingebettet

1) Bunsen, The Trade of Siam. For. and Col. Offic. Reports. London 1895. S. auch Kew Bulletin. 1895.

sind. Grundsubstanz und Mandeln bestehen sowohl aus isotroper als anisotroper Substanz; erstere prävaliert. In einigen Sorten erscheint die anisotrope Substanz in Form gut ausgebildeter Kristalle. Die Mandeln sind milchweiß, nicht selten etwas gelblich, fleischrötlich oder bräunlich gefärbt. Der Geruch ist aromatisch, zumeist angenehm, indes nicht bei allen Benzoesorten derselbe. Der Geschmack ist aromatisch, stets etwas süßlich und kratzend. In geringeren Sorten finden sich häufig Reste von Pflanzengeweben.

Im Handel unterscheidet man seit langer Zeit nach dem Aussehen drei Benzoesorten, nämlich Tränen-, Mandel- und gemeine oder Blockbenzoe.

Benzoe in Tränen. Diese Sorte bildet lose, tränenförmige, oder platte und etwas gewölbte Stücke (Siambenzoe), welche einen Durchmesser von 3, seltener von 4—5 cm erreichen. Anfänglich sind die Tränen rein weiß, später werden sie gelblich, rötlich oder sogar bräunlich, behalten dabei aber ihr opalartiges Aussehen. Frisch aufgebrochen sind sie, wenn außen auch tief gefärbt, im Innern sehr häufig noch rein weiß.

Mandelbenzoe. Die Mandeln dieser Sorte stimmen mit den Tränen der erstgenannten Sorte überein. Ihre Länge beträgt meist 0,5—1 cm. Seltener gleichen sie in der Größe den Tränen. Die Grundsubstanz ist rötlichbraun gefärbt und feinkörnig. Sowohl die Grundsubstanz als die Mandeln sind ziemlich reich an kristallisierter Substanz. In den Mandeln einiger Sorten sind Kristalle nachweisbar. Die besten Arten von Mandelbenzoe kommen aus Siam.

Die gemeine Benzoe ist ihrer Struktur nach eine Mandelbenzoe, unterscheidet sich aber von der vorher beschriebenen Sorte durch die dunkle Farbe und dadurch, daß sie minder rein ist und in großen Blöcken in den Handel gebracht wird, weshalb sie auch den Namen Blockbenzoe führt. Im Innern ist diese Sorte reichlich mit Pflanzenresten durchsetzt. Äußerlich zeigt sie oft den Abdruck von Monokotyledonenblättern oder Packtuch, je nachdem sie in sogenanntem Schilf oder in Jutesäcken dem Transport übergeben wurde. Diese Abdrücke fehlen der gemeinen Sumatrabenzoe, welche in Kübeln oder Kisten dem Handel übergeben wird. Die Mandeln sind, wenigstens außen, von dunkler, bräunlicher Farbe. Die Grundsubstanz bildet eine teils körnige, teils kolophoniumartige und dann häufig von ziemlich großen Poren durchsetzte Masse. Die Menge der Mandeln ist bei dieser Sorte kleiner als bei der vorigen. In den Mandeln kommt mehr anisotrope Substanz als in der Grundsubstanz vor. Hier erscheint die anisotrope Substanz zum größten Teil in Form nadelförmiger oder prismatischer Kristalle von Benzoesäure.

Nach der Herkunft werden im Handel drei Hauptarten unterschieden: die edelste aller Benzoesorten, die Siambenzoe, durch angenehmen, vanilleartigen Geruch ausgezeichnet; die Penangbenzoe, welche einen storaxartigen Geruch besitzt und auch sonst sich der häufigsten von allen Benzoesorten, der Sumatrabenzoe, nähert.

Die Benzoesorten schmelzen gewöhnlich zwischen 80 und 90° C, die Siambenzoe schon bei 75° C. Die Grundsubstanz hat stets einen höheren Schmelzpunkt als die Mandeln derselben Sorte.

In neuerer Zeit wird von den Engländern auch in Singapore Benzoe gewonnen. Diese Sorte ist durch einen angenehmen, vanilleartigen Geruch ausgezeichnet. Die besten Qualitäten derselben sind schöne Mandelbenzoe mit milchweißen, außen etwas fleischfarbigen Mandeln und lohbrauner Grundsubstanz. In den Mandeln erkennt man unter dem Mikroskop nach kurzer Einwirkung von Weingeist spießige Kristalle von Zimtsäure.

Seit den sechziger Jahren wird auch in Brasilien (Bahia formosa) aus *Styrax Benzoin* Benzoe gewonnen und soll bereits einen erheblichen Handelsartikel bilden[1]).

Chemische Beschaffenheit der Benzoe. Sumatrabenzoe. Unverdorben zerlegte das Sumatrabenzoeharz in drei Fraktionen, in ein α-, β- und γ-Harz (Benzoresine). Das γ-Harz kann der Benzoe durch kochende Sodalösung entzogen werden, der zurückbleibende Teil wird mit Äther digeriert, der die α-Fraktion löst, das in diesem Unlösliche stellt das β-Harz vor.

Tschirch und Lüdy[2]) sowie Denner[3]) klärten die Konstitution dieser Harze auf und zeigten, daß dieselben hauptsächlich aus einem Gemisch von wenig Zimtsäurebenzoresinolester mit viel Zimtsäuresumaresinotannolester bestehen.

Durch Verseifung dieser Ester entstehen die entsprechenden Säuren und die Harzalkohole, das Benzoresinol $C_{16}H_{25}O \cdot OH$ und das Sumaresinotannol $C_{18}H_{19}O_3 \cdot OH$. Das erste bildet feine weiße Nadeln, die bei 274° schmelzen, und ist leicht löslich in Alkohol, Äther, Chloroform, Azeton, Toluol und Essigsäure. In konzentrierter Schwefelsäure löst es sich mit intensiv karminroter Farbe. Das Resinotannol stellt ein hellbraunes Pulver dar, das sich in Alkohol schwieriger löst als das Benzoresinol.

Die drei Harze Unverdorbens sind nach den genannten Untersuchungen nichts anderes als Gemische von mehr oder weniger stark

1) Das Kaisertum Brasilien bei der Pariser Weltausstellung. Rio de Janeiro 1867, p. 81.

2) Tschirch und Lüdy, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 43.

3) Denner, Pharm. Zentralhalle. 1887, p. 527.

verseiften Zimtsäuresumaresinotannol- und Zimtsäurebenzoresinolestern, und zwar ist das in Äther lösliche α-Harz der weniger stark verseifte Ester, während das γ-Harz am meisten gespalten ist, da es durch Behandeln mit Sodalösung gewonnen wurde. Durch anhaltendes Kochen mit letztgenanntem Reagens lassen sich alle drei Harze in die γ-Fraktion überführen und geben, mit Kalilauge und Kaliumpermanganat erhitzt, die Bittermandelölreaktion, ein Beweis für die Gegenwart von Zimtsäure.

Nach Tschirch und Lüdy enthält die Sumatrabenzoe nachfolgende Körper[1]): freie Benzoesäure, wenig freie Zimtsäure und Styrol, ferner:

Spuren	von	Benzaldehyd,
»	»	Benzol,
etwa 1	Proz.	Vanillin,
» 1	»	Zimtsäurephenylpropylester,
» 2—3	»	Styrazin (Zimtsäurezimtester),
» 75	»	Reinharz (Benzoresin),
» 14—17	»	holzige Verunreinigungen.

Das reine Sumatrabenzoeharz (Benzoresin) besteht aus

7,4 Proz. Zimtsäurebenzoresinolester $C_{16}H_{25}O_2 \cdot C_9H_7O$,
92,6 » Zimtsäuresumaresinotannolester $C_{18}H_{19}O_4 \cdot C_9H_7O$.

Aus diesen Estern lassen sich deren Spaltungsprodukte in nachfolgenden Quantitäten abscheiden:

5,2	Proz.	Benzoresinol,
64,5	»	Resinotannol,
30,3	»	Zimtsäure.

Nach Tschirch und Lüdy[2]) weisen die geringeren Sorten von Sumatrabenzoe einen größeren Gehalt an Zimtsäure auf als die feineren, während ihr Benzoesäuregehalt vermindert erscheint.

Die wichtige Entdeckung von Hlasiwetz, daß sich aus Bittermandelöl ein dem Benzoeharz sehr ähnlicher Körper darstellen läßt, hat die Frage aufgeworfen, ob in der Benzoe nicht Bittermandelöl vorkomme. Bei Untersuchung der Singaporebenzoe erhielt Wiesner ein negatives Resultat. Tschirch und Lüdy geben hingegen an, im Sumatrabenzoeharz Spuren von Benzaldehyd aufgefunden zu haben.

Wiesner hat auch Blätter, Blüten, Früchte, Rinde und Holz von *Styrax Benzoin*, freilich nur in getrocknetem Zustande, auf Bittermandelöl geprüft, jedoch ohne Erfolg. Auch die von Tschirch und Lüdy vorgenommene Untersuchung der Rinde von *Styrax Benzoin* ergab, daß

1) Denner fand in der Sumatrabenzoe Zimtsäure-Benzyläther.
2) Tschirch und Lüdy, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 502.

kein in der Benzoe vorhandener Körper in der unverletzten Rinde des benzoeliefernden Baumes enthalten ist.

Siambenzoe. Nach Flückiger[1]) löst sich die Siambenzoe bei gelinder Wärme bis auf einen geringen Anteil in Schwefelkohlenstoff, während Sumatrabenzoe an diesen fast nur Benzoesäure abgibt.

Das Siambenzoeharz besteht aus einem Gemenge von Benzoesäuresiaresinotannolester $C_{12}H_{13}O_2—O—COC_6H_5$ und Benzoesäurebenzoresinolester $C_{16}H_{25}O_2—O—COC_6H_5$, welches Gemisch bei der Verseifung in seine Komponenten zerlegt wird. Von den hierbei entstehenden Alkoholen ist das Benzoresinol mit dem in der Sumatrabenzoe enthaltenen identisch, das Siaresinotannol $C_{12}H_{13}O_2 \cdot OH$ ist ein braunes Pulver, dessen Löslichkeitsverhältnisse mit dem des Sumaresinotannols übereinstimmen. Beide Resinotannole lösen sich in einer konzentrierten Natriumsalizylatlösung.

Nach Tschirch und Lüdy[2]) enthält die Siambenzoe 0,3 Proz. einer neutralen, sehr fein aromatisch riechenden Flüssigkeit, die sich als ein Benzoesäureester erwies, dessen Alkohol noch nicht genau ermittelt werden konnte. Ferner enthält sie 0,15 Proz. Vanillin, freie Benzoesäure und 1,6—3,3 Proz. holzige Verunreinigungen.

Die Hauptmasse der Siambenzoe bildet das früher genannte Estergemisch, welches aus

38,2 Proz. Benzoesäure,
56,7 » Siaresinotannol,
5,1 » Benzoresinol

besteht. Tschirch und Lüdy konnten in den von ihnen untersuchten Siambenzoesorten weder freie noch als Ester gebundene Zimtsäure nachweisen. Nach K. Dieterich[3]) ist indes die Annahme, daß alle Siambenzoesorten zimtsäurefrei seien, nicht mehr aufrecht zu halten, da ein Normalmuster des genannten Harzes eine deutliche Zimtsäurereaktion gab (vgl. oben p. 409).

Sowohl die Sumatra- als die Siambenzoe werden durch Kolophonium, Dammar, Storax, Terpentin usw. verfälscht, und können solche Zusätze durch Bestimmung der Konstanten, wie Säure-, Ester- und Verseifungszahl, sowie des in Alkohol löslichen Anteiles und des Aschengehaltes quantitativ ermittelt werden (K. Dieterich[4]).

Die Benzoe wird in der Parfümerie in ausgedehntem Maßstabe verwendet, und zwar zur Reinigung tierischer Fette, welche zur Aufnahme

---

1) Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., p. 122.
2) Tschirch und Lüdy, Archiv d. Pharm. **231** (1893), p. 461.
3) K. Dieterich, Helfenberger Annalen. 1897, p. 90.
4) Ebenda p. 76—93.

von Blütengerüchen bestimmt sind, ferner zu wohlriechenden Essenzen, Pomaden usw. Sie wird ferner benutzt zur Darstellung von Anilinblau. In neuerer Zeit findet sie im Zeugdruck und in der Firnisfabrikation zur Parfümierung von Spirituslacken und Firnissen Verwendung. Auch bildet sie einen Bestandteil jener Körper, welche zur Herstellung photographischer Negativlacke dienen. Seit langer Zeit wird sie in der Medizin (zur Bereitung von Tinctura Benzoes usw.) benutzt. Die offizinelle Benzoesäure wird durch Sublimieren aus roher Benzoe gewonnen.

Geschichtliches. Den alten Römern und Griechen war die Benzoe unbekannt[1]). In Europa ist sie noch im fünfzehnten Jahrhundert eine Kostbarkeit: die ägyptischen Sultane sendeten »Benzui«[2]) als Geschenk an den Dogen von Venedig, an die Königin von Cypern (Catherina Cornaro[3]). Im sechzehnten Jahrhundert taucht sie als Asa dulcis auf. Von da an wird sie in den europäischen Apotheken immer häufiger. Seit dem achtzehnten Jahrhundert ist sie dem Arzneischatz aller Kulturländer einverleibt und als Kosmetikum in Verwendung. Zu technischen Zwecken wird sie erst seit einigen Dezennien benutzt.

21. Drachenblut.

Das Drachenblut[4]) führt im Handel auch die Namen Sang-Dragon (Frankreich) und Dragoons Blood (England); in den Pharmakopöen wird es als Sanguis Draconis oder Resina Draconis bezeichnet.

Von den verschiedenen Arten des Drachenblutes ist das von *Dæmonorops (Calamus) Draco* stammende das wichtigste. Es erscheint im Handel als indisches oder ostindisches Drachenblut, Palmendrachenblut oder Drachenblut kurzweg. Es wird ausschließlich aus den

---

1) Über angeblich alte Benzoe der Römer, Griechen und Ägypter s. Holmes, Pharm. Journ. and Transact. **19** (1888), p. 388.

2) Im 15. Jahrhundert erscheint die Benzoe auch unter den Namen: Benzoi, Beijoim, Belzui und Benzin, im 16. Jahrhundert auch schon als Benjamin.

3) L. de Mas Latrie, Histoire de l'île de Cypre. 1861.

4) Duplessy, l. c., T. IV. — Duchesne, l. c., p. 267. — Miquel, Flora v. Nederl. Indië. I, p. 135; III, p. 95. — Miquel, Sumatra, p. 254 und 594. — Scherzer, Reise der österr. Fregatte Novara. II, p. 179. — Berg, Pharm. Warenkunde, p. 583. — Cat. des Col. fr. 1867, p. 73. Die hier enthaltene Angabe, daß ein Teil des indischen Drachenblutes von *Dracæna australis* herrührt, scheint auf einem Irrtum zu beruhen. Ich finde als *Dracæna australis* nur eine von Hooker aufgestellte Spezies *(D. a. Hook. = D. obtecta Graham = D. Dracænopsis Planch. = Cordyline australis Endl.)*, die nur in Neuholland aufgefunden wurde. — Wiesner, Mikr. Unters. Stuttgart 1871. Über Drachenblut von Socotra, p. 91 ff. — A. Ernst, Die Produkte von Venezuela. Bremen 1874, p. 56. — Balfour, On the island of Socotra. Rep. of the British Assoc. 1881. — Ridley, East India Dragon Blood, Agric. Bull. Straits and Feder. Malay States. V (1906). — Einige spezielle Literaturnachweise folgen noch bei Besprechung der einzelnen Sorten dieser Droge.

Früchten von *Dæmonorops Draco*[1]) dargestellt. Diese in die Gruppe *Calamus* gehörige Kletterpalme findet sich auf den Mollukken und Sundainseln, insbesondere auf Sumatra und in Hinterindien, wo sie auch allenthalben auf Drachenblut ausgebeutet wird. Die einfachste Gewinnungsweise des Drachenblutes besteht darin, daß man die reifen Früchte des Baumes über freiem Feuer erhitzt, wobei eine breiige Harzmasse zwischen den Schuppen hervordringt, welche man in Stangenform bringt und mit verschiedenen Monokotyledonenblättern umhüllt; die so gewonnene Sorte kommt als Stangendrachenblut in den Handel. Die Stangen haben eine Länge von wenigen bis 30 cm und eine Dicke von 1,5—2 cm. Die rückständigen, von Harz durchdrungenen, erweichten Teile der Frucht werden auch zusammengeknetet und bilden eine geringere Sorte von Drachenblut. — In einigen Gegenden Indiens geht man rationeller vor. Man sammelt vorerst die zwischen den Schuppen der Frucht freiwillig herausgetretenen Harzkörner und knetet sie zu Kugeln zusammen, welche eine ausgezeichnete Drachenblutsorte repräsentieren. Diese Kugeln werden mit Baststücken oder Streifen, die aus Monokotyledonenblättern geschnitten wurden, nach mehreren sich kreuzenden Richtungen überbunden. Sie haben einen Durchmesser von 2 bis 4 cm. Nunmehr werden die Früchte mit heißen Wasserdämpfen behandelt, wobei eine lebhaft rote Harzmasse hervortritt, die in Kuchenform gebracht und als Drachenblut in Kuchen in den Handel gesetzt wird. Vom Rückstand werden entweder sogleich die erweichten, von Harz durchsetzten Stücke zusammengeknetet und bilden das Drachenblut in Massen, oder es werden die Früchte vorerst noch über freiem Feuer erhitzt, wobei eine dunkle, schwarzrötliche Masse austritt, die man durchseiht und zu einer geringen Art von Stangendrachenblut formt. Der nunmehr erhaltene Rückstand gibt nur eine sehr schlechte Sorte von Drachenblut, eine Art Drachenblut in Massen. — Die beste, indes vielen Verfälschungen ausgesetzte Drachenblutsorte führt den Namen Drachenblut in Tränen. Es sind dies freiwillig zwischen den Fruchtschuppen hervorgetretene tiefrote Harzmassen. — Auf Sumatra (Djambi und Palembang) läßt man die »Nüsse« (Miquel) von *Calamus Draco* so lange an den Stämmen, bis das daran haftende Harz völlig trocken geworden ist. Hierauf nimmt man die Früchte ab und schüttelt sie in einem Sacke tüchtig durch, wobei das spröde, brüchige Harz abfällt und von den Früchten durch Siebung getrennt wird. Die so gewonnenen Harzkörner werden sodann durch Sonnenhitze oder heißen Wasserdampf zusammengeschmolzen und entweder in Tränen- oder in Stangenform gebracht. Zur Umhüllung für beide Sorten nimmt man auf Sumatra

1) Miquel, l. c.

bloß Blätter von *Licula*-Arten *(L. elegans Bl.* und *L. nana Bl.)*. Geringere Sorten von Drachenblut gewinnt man dort durch Auskochen von zerpreßten Früchten[1]).

Wie die Angaben über die Gewinnungsweise des Drachenblutes lehren, bezeichnen die Namen Tränen- und Stangendrachenblut usw. wohl nichts anderes als die Form der Produkte, die je nach der Gewinnungsweise höchst verschiedene Güte besitzen. So gibt es sehr wertvolle und ganz geringe Sorten von Stangendrachenblut und mittlere und ganz geringe Sorten von Drachenblut in Massen.

Die besten Drachenblutsorten erscheinen homogen, tiefrot, manchmal fast schwärzlich und haben einen blutroten Strich; die geringeren sind ziegelrot und weisen einen hellziegelroten Strich auf, die schlechtesten sind gleichfalls ziegelrot, aber mit Pflanzenresten durchzogen, welche schon für das freie Auge kenntlich sind. Alle Sorten erscheinen dem freien Auge undurchsichtig, sind geruchlos, schmecken etwas süßlich und ihre harzigen Anteile zerfallen, gekaut, in eine mehlige Masse. Ihre Dichte beträgt 1,2, manchmal etwas darüber (beste Sorten), manchmal etwas darunter (geringe Sorten). Die geringen Sorten zeigen nicht selten Mandelstruktur, indem in einer feinkörnigen Grundmasse rundliche, etwa hirsekorngroße Körner eingebettet sind. An diesen Sorten habe ich manchmal kleine grünliche, glasig aussehende Partien gesehen, über deren Natur ich nicht ins Klare kommen konnte.

Im Mikroskop erscheinen größere Splitter der guten, tiefroten Drachenblutsorten bei 300 lin. Vergrößerung im durchfallenden Lichte deutlich rot gefärbt und selbst die kleinsten, bei dieser Vergrößerung noch wahrnehmbaren Splitter lassen noch deutlich Farbe erkennen. Diese kleinsten Splitter erscheinen aber nicht rot, sondern gelb. In Wasser suspendiert, zeigen sie lebhafte Molekularbewegung. Selbst in den besten Drachenblutsorten kann man mit Zuhilfenahme des Mikroskopes noch pflanzliche Gewebsreste nachweisen. Am raschesten kommt man zum Ziele, wenn man grobe Splitter des zu prüfenden Harzes auf der Objektplatte mit Weingeist behandelt. Die Gewebsreste sind aber in diesen Sorten gewöhnlich soweit desorganisiert, daß man sie wohl als solche erkennt, aber nicht mehr auf eine bestimmte Gewebskategorie zurückführen kann. Manchmal findet man indes darin ganz wohl erhaltene Fragmente von Netz- und Spiralgefäßen. — Große Splitter der geringen Sorten haben bei 300 lin. Vergrößerung eine gelbbraune Farbe. Die bei dieser Vergrößerung eben noch deutlich wahrnehmbaren Körnchen sind aber fast farblos. Mit Weingeist ausgezogene und dann mit verdünnter Chromsäure behandelte Splitter lassen zahlreiche, zum Teil

1) Miquel, Sumatra, p. 79.

noch wohlerhaltene Gewebsanteile und Zellen erkennen, nämlich Oberhaut-, bastartige und sogenannte Steinzellen, ferner Fragmente von Ring-, Spiral- und Netzgefäßen. Alle diese Gewebe stammen aus der Frucht von *Dæmonorops Draco*.

Im Polarisationsmikroskop erweist sich die harzige Substanz des Drachenblutes einfach lichtbrechend und nur die Gewebsreste erscheinen doppelt lichtbrechend.

Bezüglich anderer Drachenblutsorten ist folgendes bemerkenswert. Die in der Literatur oft anzutreffende Angabe, daß ein Teil des ostindischen Drachenblutes von *Pterocarpus*-Arten herrührt, ist wohl ganz unbegründet. Nach brieflichen Mitteilungen, die ich Herrn Dr. Krausse (Singapore, 1870) verdanke, ist es weder ihm, noch dem um die Kenntnis tropischer Drogen so verdienten Schomburgk gelungen, die Gewinnung von Drachenblut von *Pterocarpus*-Arten zu beobachten, oder auch nur irgend welchen Anhaltspunkt zu finden, der die Herleitung auch nur eines Teils des indischen Drachenblutes von diesen Gewächsen wahrscheinlich machen würde[1]).

Dagegen wird zweifellos noch aus anderen *Dæmonorops*-Arten Drachenblut gewonnen, z. B. aus der auf Sumatra einheimischen *D. accedens*. Wie bei *D. Draco*, dringt auch bei dieser Spezies das Harz aus den Früchten hervor. Es hat bisher nur eine lokale Bedeutung gefunden: es wird nämlich in Padang benutzt, um den Rotang (Stuhlrohr, spanisches Rohr) rotbraun zu färben[2]). Noch andere indische Spezies von *Dæmonorops*-Arten sollen Drachenblut liefern, aber wie es scheint nur geringe Sorten. So gibt Ridley[3]) an, daß *D. propinquus Becc.* auf der malayischen Halbinsel, *D. Draconocellus* auf Sumatra Drachenblut liefere, und zwar sind es, wie bei *D. Draco* die Früchte, aus denen das Harz abgeschieden wird.

Es scheint eine sehr primitive Gewinnungsart üblich zu sein, um aus diesen beiden *D.*-Arten (und noch einigen anderen, die aber Ridley nur nebenher erwähnt) Drachenblut zu gewinnen. Ridley[4]) gibt bezüglich der Bereitung der Früchte *Dæmonorops propinquus* zur Gewinnung des Drachenblutes folgendes an. Die Früchte dieser Palme werden in Körbe getan, welche aus Pandanusblätter geflochten sind, und darin mit

---

1) Wiesner, Mikr. Unters. Drachenblut von Socotra, p. 91 ff. — Im tropischen Asien kommen allerdings *Pterocarpus*-Arten vor; aber die gewöhnlich als Stammpflanze des Drachenblutes genannte *Pterocarpus*-Art *(P. Draco L.)* ist auf Westindien beschränkt.

2) Miquel, Flora von Nederl. Indië **3**, p. 95.

3) l. c.

4) H. N. Ridley, Note on the methode of preparing Dragon Blood. Agr. Bull. Straits and Feder. Malay. V (1906).

Muschelschalen gemengt. Das Gemenge wird dann durchgeschüttelt und die kleinkörnige bis pulverige Masse abgesiebt. Das abgesiebte Harz wird noch fein zerkleinert, in Tücher gehüllt und in heißes Wasser gebracht, wo die pulverige Masse zu kompakter Masse zusammenschmilzt. Die erstarrte Masse bildet eine geringe Sorte Drachenblut.

Kanarisches Drachenblut von *Dracæna Draco* ist aus dem europäischen Verkehre, wie es scheint, vollständig verschwunden, und die verschiedenen Sorten von westindischem (von *Pterocarpus Draco*), von mexikanischem (von *Croton Draco*) und südamerikanischem Drachenblut (nach A. Ernst wird in Venezuela auch aus *Croton gossypifolium H. B. K.* eine Art »Sangre de Drago« dargestellt[1]), übrigens auch aus *Pterocarpus Draco*[2]) haben in Europa nicht Eingang gefunden.

Hingegen hält das Drachenblut von Socotra das Interesse der Botaniker, Chemiker und Industriellen rege. Diese Sorte von Drachenblut wird in den Bazaren Bombays verkauft[3]). Nach Hildebrandt[4]) gelangt es dahin über Ostarabien (Mascat), geht auch nach Sansibar und wird auch nach England ausgeführt. Die Bewohner Socotras nennen das Drachenblut »Edah«[5]), die Araber »Khoheil«, die Sansibaren »maziwa y a watuwawili«.

Anfänglich wurde das socotrinische Drachenblut von *Pterocarpus Draco* abgeleitet[6]).

Die vielverbreitete Angabe, daß die der *Dracæna Draco* naheverwandte *D. Ombet*, welche angeblich auf Socotra vorkommt, das socotrinische Drachenblut liefere[7]), hat sich als unrichtig herausgestellt. Hildebrandt sah an der Somalikküste aus *Dracæna schixanthus* Drachenblut abscheiden und sprach die Vermutung aus, daß diese Pflanze auch das Drachenblut von Socotra liefere. Später (1881) hat aber Balfour (l. c.) gefunden, daß dieses Drachenblut von einer *Dracæna*-Art abstammt, welche von allen bekannten Arten dieser Gattung verschieden ist, und hat sie als *D. Cinnabari* beschrieben.

---

1) Die Produkte Venezuelas. Bremen 1874, p. 56.

2) A. Ernst, La exposicion nacional. Caracas 1886, p. 258. Daß *Pterocarpus ternatus, indicus* und *santalinus* Drachenblut liefern, wie in der älteren Literatur zu lesen ist, scheint wohl auf einem Irrtum zu beruhen, es ist auch fraglich, ob *Croton hibiscifolius* Drachenblut hervorbringt.

3) Drachenblut von Socotra, in: Wiesner, Mikr. Unters. 1872, p. 91 ff.

4) Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. 19. März 1878.

5) Prof. D. H. Müller, der Leiter der österr. Expedition nach Südarabien (1899), hörte es von den Bewohnern Socotras Īdāh nennen.

6) Wellsted, Memoir on the Island Socotra. Journ. of the R. Geogr. Society. 1835.

7) S. z. B. Luerssen, Med.-pharm. Bot. **2** (1882), p. 405.

Neues Untersuchungsmaterial[1]), welches von der österreichischen Expedition nach Südarabien aus Socotra mitgebracht wurde, führte zu einer Bestätigung der Balfourschen Angabe und zu einer genauen Kenntnis des socotrinischen Drachenblutes.

Die älteren Angaben über die Gewinnung des Drachenblutes auf Socotra sind sehr zweifelhafter Natur. Nach einem aus neuerer Zeit stammenden Berichte[2]) wird die Rinde des Baumes durch Abschaben in einer Fläche von zwei (engl.) Quadratzollen stellenweise verletzt, worauf nach 2—3 Wochen eine reichliche Ausscheidung des Harzes an den Wundstellen erscheint[3]).

Nach neuesten Berichten wird das Drachenblut auf Socotra keineswegs nach einheitlichem Verfahren gewonnen. Teils sammelt man das freiwillig ausgeflossene und erstarrte Harz, teils schneidet man die Bäume an[4]).

Das von mir (1871) untersuchte Drachenblut von Socotra aus den Bazaren von Bombay zeigte folgende Eigenschaften. Es bildet bis 12,5 mm lange Tränen von tief roter Farbe. Der Strich ist blutrot. Durch gegenseitige Abreibung erscheinen die Stücke häufig rot bestäubt. Unbeschädigte Stücke und frische Bruchflächen zeigen den Glanz der Aloe lucida oder haben auch ein glattes fein-poröses Aussehen. Geruch fehlt, zerkaut, haftet das Pulver schwach an den Zähnen und es gibt sich ein süßlicher Geschmack zu erkennen. Unter Mikroskop findet man hier und dort Zellgewebsreste der Stammpflanze, Gewebsdetritus und Kristalle (Benzoesäure und sparsam Nadeln von oxalsaurem Kalk). Sehr kleine Splitter in der Größe von Reisstärkekörnchen erscheinen im durchfallenden Lichte rot. Noch kleinere Splitter, welche bereits schwache Molekularerscheinungen erkennen lassen, sind noch deutlich gelbbräunlich

---

1) Wohlkonservierte Blüten und Vegetationsorgane der Stammpflanze (nach Prof. v. Wettstein zweifellos der *Dracæna Cinnabari* angehörig), ferner Stämme mit Harzausscheidungen und große Quantitäten des Harzes.

2) Hunter, Notes on Socotra. Journ. of the Anthropol. Instit. Febr. 1878.

3) Schacht (Madeira und Teneriffa, Berlin 1859) beobachtete auf Madeira, daß nach Verwundung des Stammes von *Dracæna Draco* innerhalb eines Zeitraumes von 8—14 Tagen ein Saft aus der Rinde hervortrete, welcher erst allmählich sich färbe und schließlich zu rotem Harz erstarre.

4) Prof. O. Simony und Dr. Kosmath, Mitglieder der österr. Expedition nach Südarabien, teilten mir ihre Erfahrungen über die Drachenblutgewinnung auf Socotra mit. Prof. Simony hat keinerlei »Harzung« der Drachenblutbäume beobachtet. Es wird das Harz gesammelt, welches aus natürlichen Rindenrissen als eine Art Milchsaft austritt und erst an der Luft die tiefrote Farbe des Drachenblutes annimmt. Dr. Kosmath hat im östlichen Teile von Socotra eine Art »Harzung« gesehen. Die Stämme werden an mehreren, in verschiedener Höhe befindlichen Stellen durch Rindenschälung verwundet, worauf ein stärkerer Austritt des Harzsaftes erfolgt. Die Wunden haben etwa die Größe des Handtellers.

gefärbt. Kleinste in starker Molekularbewegung befindliche Körnchen erscheinen allerdings (bei 300 maliger Vergrößerung) bereits farblos. Die Dichte wurde gleich 1,27 gefunden. In absolutem Alkohol lösen sich 90,5 Proz., die Lösung ist blutrot. Die Aschenmenge beträgt 3,45 Proz.

Das von der österreichischen Expedition mitgebrachte Drachenblut von Socotra, welches mir zur Untersuchung vorlag, hatte im wesentlichen dieselben Eigenschaften, wie das soeben beschriebene. Viele Stücke dieses Drachenblutes sind sehr regelmäßig kugel- oder eiförmig. Die meisten Stücke sind unregelmäßig gestaltet und haben einen Durchmesser bis zu 3 cm, während die runden Stücke selten die Länge von 1 cm überschreiten. Viele Stücke, deren natürliche Oberfläche intakt geblieben ist, sind chagriniert, wie der Kopal von Sansibar, erscheinen also mit dicht nebeneinanderstehenden Wärzchen besetzt, welche einen Durchmesser von 1—3 mm besitzen (Fig. 75). Durch gegenseitige Abreibung der Stücke wurde die tief rotbraune, fast schwarze, glänzende Oberfläche zinnoberrot und die chagrinierten Stücke bekommen durch diese Oberflächenfärbung ein sehr charakteristisches Aussehen: während die Wärzchen zinnoberrot geworden sind, behielten die basalen Verbindungsstücke ihre tief rote Farbe und ihren Glanz.

Fig. 75. Natürliche Größe. Körner von Socotradrachenblut mit facettierter Oberfläche.

Chemische Beschaffenheit. Nach den Untersuchungen von Tschirch und K. Dieterich[1]) schmilzt (ostindisches) Drachenblut »in bacillis« bei 70° und ist leicht löslich in Alkohol, Äther, teilweise in Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Essigäther und Petroläther, nach Mauch auch in Chloralhydrat[2]).

Durch Fällen der ätherischen Lösung des Harzes mit Alkohol ließ sich ein schön weißer, stark elektrischer Körper, das Dracoalban $C_{20}H_{10}O_4$, gewinnen. Das Drachenblut »in massis« liefert nur Spuren dieses Körpers.

Schmelzendes Kali oxydiert das Dracoalban zu Oxalsäure und Essigsäure und konzentrierte Salpetersäure führt es in Nitrodracoalban $C_{20}H_{37}O_4(NO_2)_3$ über.

Aus dem Filtrat der Dracoalbanfällung läßt sich ein hellgelbes, leicht schmelzendes Harz, das Dracoresen $C_{26}H_{44}O_2$, gewinnen, welches beim Reiben nicht elektrisch wird und bei 74° schmilzt.

Den Hauptbestandteil des ostindischen Drachenblutes bildet das

1) Tschirch und K. Dieterich, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 404.

2) Wie ich finde, ist auch das socotrinische Drachenblut in Chloralhydrat leicht löslich. W.

reine rote Harz, welches ein Gemisch zweier Ester, des Benzoesäure-dracoresinotannolesters $C_6H_5COO \cdot C_8H_9O$ und des Benzoylessigsäure-dracoresinotannolesters $C_6H_5COCH_2COO \cdot C_8H_9O$, darstellt und aus der von Dracoalban und Dracoresen befreiten ätherischen Lösung gewonnen wird. Das rote Harz besteht zum größten Teile aus ersterer Benzoesäure- und zum geringsten Teile aus der Benzoylessigsäureverbindung. Das so erhaltene Harz bildet eine schöne rote durchsichtige amorphe Masse, die bei 72° schmilzt. Durch Verseifung desselben entstehen Benzoesäure, Essigsäure, Acetophenon und Dracoresinotannol $C_8H_9O \cdot OH$, welch letzteres ein hellbraunes amorphes Pulver darstellt, das in Äther schwer löslich ist.

Das in Äther unlösliche Harz ist ein rötlichbraunes amorphes Pulver.

Die prozentische Zusammensetzung des ostindischen Drachenblutes ist nach Tschirch und K. Dieterich folgende:

Dracoalban	2,50 Proz.
Dracoresen	13,58 »
Rotes Harz (Estergemisch)	56,86 »
Ätherunlösliches Harz . .	0,33 »
Phlobaphene	0,03 »
Pflanzliche Rückstände. .	18,40 »
Asche	8,30 »
	100,00 Proz.

Das Socotradrachenblut[1]) ist schon 1887 von Lojander[2]) bearbeitet worden. Das reine aus dem Socotradrachenblut isolierte rote Harz ist ein Gemisch mehrerer Harze. Charakteristisch für dieses ist das Fehlen des von K. Dieterich in dem ostindischen Drachenblut aufgefundenen Dracoalbans. Das socotrinische Drachenblut enthält Reinharz $C_{18}H_{18}O_4$ (83,5 Proz.), Gummi (0,7 Proz.), Pflanzenreste (12 Proz.), Mineralstoffe (3,5 Proz.).

Ebenso wie das ostindische enthält auch das Drachenblut von Socotra keine freien Säuren.

Das Drachenblut wird zur Bereitung von roten Weingeistfirnissen und anderen gefärbten Firnissen, besonders stark zur Tischlerpolitur verwendet. Es wird zur Herstellung gelber Dunkelzimmerfenster für Photographen verwendet; es läßt aber viel blaugrünes Licht durch und ist deshalb nicht gut verwendbar, wenn mit Bromsilberplatten operiert wird. Es dient ferner zur Herstellung von rotem photographischen Pigmentpapier, ferner als Ätzgrund, namentlich bei der sogenannten

1) Helfenberger Annalen. 1897, p. 34.

2) Lojander, Beiträge zur Kenntnis des Drachenblutes. Straßburg 1887.

amerikanischen Zinkätzung. (C. Fleck, in Eders Jahrbuch für Photographie 1895, p. 143 und 1896, p. 563.) Drachenblut wird auch medizinisch benutzt.

Das Drachenblut ist vielen Verfälschungen ausgesetzt. Schon Rumphius gibt an, daß man in Indien das Drachenblut mit Wachs verfälscht[1]). Dammar wurde früher und wird vielleicht auch jetzt noch auf Sumatra zu Drachenblut zugesetzt. Nach der von Marsden[2]) gegebenen Beschreibung der dortigen Drachenblutgewinnung wird diesem Harze weißer Dammar mittelst heißen Wassers zugeschmolzen. Auch Gummi, das mit Fernambuk gefärbt wurde, soll dem Drachenblute zugesetzt werden[3]).

Geschichtliches. Die verschiedenen Drachenblutarten sind in den Heimatländern seit uralter Zeit bekannt. Was die alten Römer und Griechen als Kinabari bezeichneten (Dioscorides, Mat. med. V, 109, Plinius, Hist. nat. XXXIII, 36—40[4]), war Drachenblut. Nach damaliger Kenntnis der Erde und den Zufuhren von außereuropäischen Ländern nach Italien und Griechenland kann es keinem Zweifel unterliegen, daß das Kinabari der Alten[5]), bei Dioscorides übrigens auch schon αἷμα δράκοντος genannt, das Drachenblut von Socotora (ἡ Διοσκορίδου [νῆσος] καλουμένη, die Insel des Dioskorides der Alten) und der umliegenden Festlandsküsten gewesen ist[6]). Die Kenntnis und der Gebrauch des socotrinischen Drachenblutes hat sich erhalten; es wurde im Mittelalter medizinisch, aber auch mehrfach technisch (namentlich in der Kunsttechnik zur Herstellung feiner Firnisse, Anstriche usw.) verwendet. Im Mittelalter wurde aber zu gleichem Zwecke auch das kanarische Drachenblut (von *Dracæna Draco*) benutzt, welches seit der Besitznahme der Kanaren durch die Spanier (1402) in Europa bekannt, aber in diesem Jahrhundert nicht mehr Handelsgegenstand ist. Sowohl das socotrinische als das kanarische Drachenblut wurde durch das sumatranische (von *Dæmonorops Draco*) verdrängt, über welches die ersten Nachrichten nach Europa durch Kaempfer[7]) und Rumpf[8]) im achtzehnten Jahrhundert gelangten. Die medizinische Verwendung des Drachenblutes wird immer

1) Miquel, Sumatra, p. 79.

2) Flora v. Nederl. Ind. III, p. 97.

3) Chevallier, Dict. des altér. et falsif. etc. II, p. 288.

4) Nach A. Sprengel in Ersch und Grubers Enzykl. Lit. D. Leipzig 1836.

5) Den mineralischen Zinnober nannten die Alten Ammion oder Minium (A. Sprengel).

6) E. Meyer, Geschichte der Botanik. II. Königsberg 1855. Periplus des Erythräischen Meeres, § 30, übersetzt von Fabricius. Hier auch die Angabe, daß man das Drachenblut von den Bäumen in Form von Tränentropfen abnimmt.

7) Amoenitates exoticae. Lemgoviae 1712.

8) Herbarium Amboinense. Amstelodami 1747.

geringer; aus den meisten Pharmakopöen ist es bereits verschwunden. Hingegen ist in diesem Jahrhundert das Drachenblut in steigender technischer Benutzung.

22. Xanthorrhoeaharze.

Hierher gehören alle jene Harze die unter dem Namen Akaroidharz, Botanybaygummi, Grass-tree gum, Grasbaumgummi, Nuttharz und Erdschellack in neuerer Zeit im Handel erscheinen und eine sich fortwährend steigernde technische Verwendung finden.

Alle diese Harze stammen von einigen Asphodeloideen (einer Unterfamilie der Liliaceen), und zwar von mehreren Spezies der Gattung *Xanthorrhœa*.

Das Genus *Xanthorrhoea* umfaßt zahlreiche Spezies, welche auf das australische Festland, auf Tasmanien und einige andere australische Inseln beschränkt sind. Am häufigsten werden als Stammpflanzen der Xanthorrhoeaharze die Spezies *hastilis*, *arborea* und *australis* genannt. Es liefern aber zweifellos noch andere *Xanthorrhoea*-Arten Harze. Als sicher ist nunmehr anzunehmen, daß die kleinen Arten (z. B. *X. Pumilio*, *X. minor*, *X. bracteata* und *X. gracilis*) und die stammlosen (z. B. *X. semiplana*) wenigstens kein in den Handel kommendes Harz produzieren[1]).

Nach F. v. Mueller liefern derzeit die Spezies *hastilis*, *quadrangulata* und *Tateana* (der *X. australis* nahestehend, vielleicht mit ihr identisch) die größten Mengen der Xanthorrhoeaharze[2]); aber *X. Preissii* produziert ein ausgezeichnetes Harz, welches wegen der außerordentlich weiten Verbreitung dieser Spezies in großen Massen zu gewinnen wäre. Außer den schon hervorgehobenen Grasbäumen ist nach dem genannten Autor noch *X. macronema* als harzliefernd zu nennen.

Die meisten Arten der Gattung *Xanthorrhœa* treten in den Bergwäldern Australiens auf[3]), einige sind aber auf die Niederungen des Küstengebietes beschränkt.

Xanthorrhœa hastilis findet sich hauptsächlich im Küstengebiete vor; nirgends dringt sie weit landwärts vor. Die Grenzen des Vorkommens sind einerseits durch das Hunter-Rivergebiet, andererseits durch die Gegend von Lake Burill gegeben. — *X. australis* reicht von Gippsland bis zu der südöstlichen Grenze von Südaustralien, kommt auch in Tasmanien und auf der Flinders-Insel vor. *X. arborea* begleitet *X. hastilis* in Neu-Süd-Wales, findet sich aber auch in Queensland.

1) F. v. Mueller, Über die Xanthorrhoeaharze Australiens. Zeitschrift des allg. österr. Apothekervereins. 1885, p. 293 ff.

2) F. v. Mueller, l. c., p. 295, sagt, daß das Exporthaus Sommerville und Wilks, welches zum Aufschwunge der Ausfuhr dieses Harzes sehr beigetragen hat, die Produkte der drei genannten Spezies bevorzugt.

3) Schomburgk, Flora of South Australia (Handbook of South Australia). 1875.

X. quadrangulata lebt in Südaustralien in höheren Gebirgslagen, besonders auf den Gebirgen des Barossa und des Mt. Lofty Range. *X. Tateana* findet sich auf der Känguruh-Insel vor, *X. Preissii* in sehr großen Mengen in Westaustralien. *X. macronema* ist auf den nordöstlichen Teil von Neu-Süd-Wales beschränkt.

Ob das Harz jeder der genannten Spezies ein spezifisches Gepräge trägt und welche Eigenschaften den einzelnen Xanthorrhoeaharzen, je nach ihrer Abstammung, zukommen, läßt sich noch nicht sagen, da eine eingehende Untersuchung hierüber noch nicht angestellt wurde. Man unterscheidet im Handel nur zwei Sorten dieser Harze, das rote und das gelbe Xanthorrhoeaharz.

1. Rotes Xanthorrhoeaharz (Nuttharz, rotes Akaroidharz, Grass-tree gum zum Teil, im Wiener Handel Erdschellack genannt). Die mir vorliegenden Proben stammen von *Xanthorrhœa australis*. Die dieser Spezies nahe verwandte, vielleicht mit ihr übereinstimmende, von F. v. Mueller aufgestellte *X. Tateana* liefert ein rotes Harz, welches von dem der *X. australis* kaum zu unterscheiden sein dürfte[1]). Auch *X. arborea* liefert rotes Akaroidharz. Diese Pflanze wird aber auch als eine der Stammpflanzen des gelben Akaroidharzes angesprochen[2]).

Das rote Xanthorrhoeaharz bedeckt die schenkeldicken Stämme von *Xanthorrhœa australis*, soviel ich selbst gesehen habe, in Lagen, welche eine Dicke von 2—4 cm haben. Die Stücke lassen sich von den Stämmen leicht abheben.

Eine auffallend starke Harzansammlung findet manchmal am Grunde der Stämme statt. F. v. Mueller bemerkt, daß am Stammgrunde der

1) Vgl. F. v. Mueller, l. c., p. 295.

2) Nach Maiden [On Grass-tree gum. Proc. Linn. Soc. New South Wales V (1892), p. 567] stammt das rote Akaroidharz von *Xanthorrhœa arborea*. Hingegen liefert nach Hildebrand (Über Xanthorrhoeaharz, Dissertation, Friedberg 1897) diese Spezies gelbes Harz. Ich kann aber bestimmt behaupten, daß *X. arborea* rotes Akaroidharz liefert. Der österreichische Apothekerverein in Wien besitzt eine von mir genau durchgesehene Sammlung von Xanthorrhoeaharzen, welche von Ferd. v. Mueller dem genannten Verein zum Geschenke gemacht wurde. Diese Kollektion enthält zwei Sorten des roten Akaroidharzes, welche nach der eigenhändig geschriebenen Etikette F. v. Muellers von *X. australis* und *X. arborea* abstammen, während alle Proben gelben Akaroidharzes mit der Bezeichnung *X. hastilis* versehen sind. Eine Verwechslung des gelben mit rotem Akaroidharz ist bei flüchtiger Beobachtung insofern leicht möglich, als das gelbe Harz an der Luft und im Lichte mit der Zeit eine braunrote Farbe annimmt. Diese Farbenänderung geht zunächst nur oberflächlich vor sich und nur an kleinen Stücken wird auch die Innenmasse des gelben Harzes braunrot, während große Stücke viele Jahre hindurch die ursprünglichen Eigenschaften bewahren. Eine Verwechslung von gelbem und rotem Akaroidharz ist bei genauer Untersuchung ausgeschlossen, da sich beide in der chemischen Zusammensetzung und, wie weiter unten auseinandergesetzt werden wird, auch in morphologischer und optischer Beziehung unterscheiden.

Grasbäume bisweilen schwere, zusammengeflossen aussehende Harzklumpen zu sehen sind, welche nach seiner Meinung von Gras- und Buschbränden herrühren, die im Bereiche der Grasbäume nicht selten vorkommen [1]). Diese Harzklumpen erreichen ein Gewicht von 100 kg.

In der Farbe nähert sich das rote Xanthorrhoeaharz unter allen Harzen am meisten dem Drachenblut, doch unterscheidet es sich durch die Lebhaftigkeit des Glanzes, durch die stark ins Braun geneigte Farbe, ferner durch den ins Orange ziehende Strich von diesem. Von allen übrigen Harzen unterscheidet es sich aber durch die schon dem freien Auge teilweise kenntlichen morphologischen Verhältnisse. Die peripheren Gewebe der *Xanthorrhoea*-Stämme verharzen nämlich nicht völlig; ein Teil bleibt fast unverändert zurück, ist aber doch noch so stark vertreten, um den auf den Stämmen aufliegenden Harzplatten eine sehr bestimmt ausgesprochene Struktur zu geben, welche in beistehender Figur ersichtlich gemacht ist.

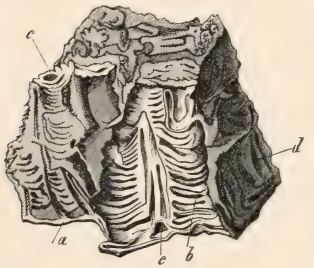


Fig. 76. Natürliche Größe. Rotes Akaroidharz aus Australien. *a* unterste, oxalsauren Kalk führende Gewebsschichten. *b* verharzte Gewebsschichten. *c* verharzte Gewebsstränge. *d* homogen erscheinendes Harz.

Die dem Stamme zugewendet gewesene Seite der Stücke ist nur sehr wenig gewölbt, die entgegengesetzte Seite ist an jedem Stücke des Harzes höckerig, an angebrochenen Stellen muschelig. Die verharzten Partien haben einen schwachen benzoeartigen Geruch und einen unangenehmen charakteristischen, nebenher an Zimt erinnernden Geschmack.

Die untere, flache Seite der Harzstücke ist grauweiß, gar nicht verharzt und besteht aus parenchymatischen Geweben, sie ist infolgedessen schneidbar. Nicht immer ist diese Gewebsschicht intakt; häufig sind die später zu betrachtenden Parenchymzellen derselben stark angegriffen, indem nur die äußerste Zellhautpartie (»gemeinsame Außenhaut«) intakt erscheint, die anderen Zellhautteile sind aber in einen aus Fibrillen und Dermatosomen bestehenden Detritus umgewandelt. In der intakten, außen weißlichen, innen bräunlichen Gewebspartie kann man viererlei histologische Elemente unterscheiden, nämlich tangential abgeplattete, sehr dünnwandige Zellen mit Stärkekörnern und Chlorophyllresten, minder deutlich abgeplattete, inhaltslose Parenchymzellen, dazwischen stärker verdickte, mit Kristallen von oxalsaurem Kalk erfüllte Parenchymzellen,

1) F. v. Mueller, l. c., p. 295.

endlich sogenannte Steinzellen mit dicken, gelbbraunen Wänden und roten Harzmassen als Zellinhalt (Fig. 77). Die Zellen der ersten Kategorie sind im Mittel 0,065 mm breit und 0,022 mm dick. Die kristallführenden Zellen und die Steinzellen haben eine mittlere Länge von 0,1 mm. Die Steinzellen sind auch in der völlig verharzt erscheinenden Masse nachweisbar und es ist unverkennbar, daß sie mit in die Harzmetamorphose hineingezogen wurden. Die an der flachen Unterseite auftretenden Parenchymzüge durchlaufen in paralleler Richtung die Harzmasse. Halbverharzte, manchmal unverharzte, braune, zähe, prosenchymatische Gewebsstränge durchziehen die dichte Harzmasse in auf die parenchymatischen Gewebsschichten senkrechter Richtung. Spätere, von A. Schober[1]) durchgeführte Untersuchungen haben meine Beschreibung bestätigt und in einzelnen Punkten erweitert und berichtigt. Was ich als Reste von Chlorophyllkörnern im Parenchym ansah, sind nach Schober gelbe Harztropfen, welche nach seiner Auffassung in genetischer Beziehung zu den oben genannten roten Harzmassen der Steinzellen stehen. — Die Oberseite der Harze scheint völlig verharzt zu sein. Behandelt man aber Splitter, welche dieser Partie des Harzes entnommen sind, mit Alkohol, so kann man darin fast noch immer Gewebsreste konstatieren.

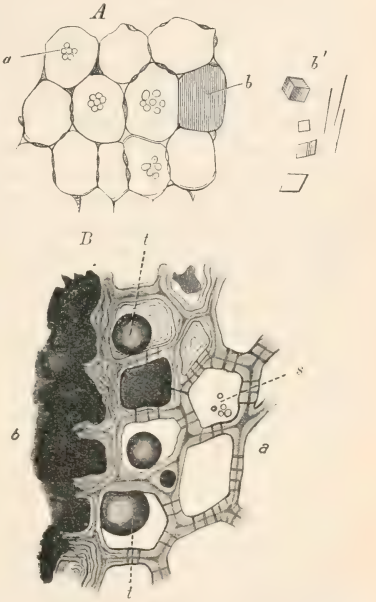


Fig. 77. Vergr. 200. Gewebsreste aus dem roten Akaroidharze. *A* Stärke und oxalsauren Kalk führendes Gewebe von der flachen Unterseite des Harzes, mit der letzteres dem Stamme auflag. *a* Stärkekörnchen. *b b'* Kristalle von oxalsaurem Kalk. *B* Harzsplitter, mit Alkohol behandelt. *a* in Verharzung begriffene Steinzellen. *b* völlig verharztes Gewebe. *s* Stärkekörner. *t* Harztropfen.

Entstehung des Xanthorrhoeaharzes. Da sich im roten Xanthorrhoeaharz alle Übergänge von unveränderten Zellen bis zum homogenen Harze nachweisen lassen, namentlich an den Steinzellen, so ist

1) Das Xanthorrhoeaharz. Ein Beitrag zur Entstehung der Harze. Verhandlungen des Naturw. Vereins in Karlsruhe **11** (1892).

wohl nicht zu bezweifeln, daß dasselbe aus peripheren Gewebspartien des *Xanthorrhoea*-Stammes durch chemische Metamorphose hervorgeht[1]). Hieran anknüpfend bemerkt Schober, daß Wiesners Angabe, das Xanthorrhoeharz gehe aus den peripheren Geweben des Stammes hervor, noch dahin zu erweitern sei, daß es die von einem Verdickungsringe nach außen abgeschiedenen Gewebe sind, welche später als Harz von dem Stamme abgenommen werden.

Nach Schobers Untersuchungen ist der Vorgang der Entstehung des Xanthorrhoeaharzes komplizierter, als die früheren Beobachter (Wigand, Wiesner) meinten, indem im Inhalte parenchymatisch aussehender, später zu Sklerenchymzellen werdender Elemente sich gelbe Harztropfen bilden, welche in rote Harzmassen übergehen; es sind dies nämlich die früher beschriebenen Inhaltsmassen der Sklerenchymzellen. Die Herkunft dieser aus Harz und ätherischem Öl bestehenden Harztropfen des jugendlichen (noch parenchymatisch aussehenden) Sklerenchyms konnte nicht festgestellt werden, möglicherweise gehen sie aus Stärkekörnchen hervor, welche häufig mit den Harztropfen in ein und derselben parenchymatischen Zelle vorkommen. Eine Umwandlung der Zellwände bei Entstehung des Xanthorrhoeaharzes wird von Schober nicht in Abrede gestellt, aber er ist der Ansicht, daß die Zellwände später, gewissermaßen erst sekundär, bei der fortschreitenden Harzbildung in Mitleidenschaft gezogen werden[2]), und daß nicht Zellulose, sondern wahrscheinlich stets die diese begleitende Holzsubstanz das Material für die Harzbildung hergibt[3]).

Tschirch[4]) sagt bezüglich der Entstehung des Akaroidharzes, daß in der Stammpflanze keine Sekretbehälter vorhanden sind. Die Sekretbildung beginnt nach seinen mit Weber durchgeführten Untersuchungen im Zellinhalte von Stamm-Parenchymzellen und schreitet unter Auflösung der Membranen benachbarter Zellen immer weiter fort. Es entstehen auf diese Weise schon makroskopisch erkennbare rote sekreterfüllte Räume, welche ihren Inhalt nach außen abgeben, so daß die an der Harzbildung nicht oder nur im geringen Maße beteiligten Blattbasen häufig von einer Harzschicht überzogen erscheinen.

1) Wigand, Die Desorganisation der Pflanzenzellen. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik **3** (1863), p. 167. — Wiesner, Gummi und Harze, p. 191.

2) l. c., p. 27.

3) Vgl. Karl Hildebrand, l. c., p. 64.

4) Harze und Harzbehälter. 2. Aufl. (1906), I, p. 246 und 247. Hier auch die Angabe von Svendsen, daß vor der Harzmetamorphose in den Zellhäuten bestimmter Gewebe Bassorin (oder ein bassorinartiger Körper) gebildet wird, welcher später in Harz umgewandelt wird. Nach Angabe von Laugier (Annales de Chimie et de Physique, I, 76, p. 265) soll tatsächlich in manchen Akaroidharzen Bassorin vorkommen.

Kleine, millimeterdicke Splitter des roten Xanthorrhoeaharzes erscheinen dem freien Auge bei Betrachtung im durchfallenden Lichte rubinrot. Mikroskopische Splitter sind, je nach ihrer Dicke, goldgelb bis blaßgelb gefärbt. Im Wasser suspendierte kleine Splitter dieses Harzes erscheinen farblos und zeigen fast gar keine Molekularbewegung.

Die völlig verharzt erscheinenden Partien der von *Xanthorrhœa arborea* stammenden Droge sind gänzlich isotrop, hingegen treten in dem von *X. australis* herrührenden Harze kleine Mengen doppeltbrechender Substanz auf. Kristalle der aromatischen Harzstoffe (Parakumarsäure usw.) sind aber in diesem Harze nicht zu finden.

2. Gelbes Xanthorrhoeaharz (Botanybayharz, gelbes Akaroidharz, Grass-tree gum z. T., Black boy gum, resina lutea novae Belgiae). Das von mir untersuchte Harz aus Neusüdwales, mit den Handelsproben übereinstimmend, stammte von *Xanthorrhœa hastilis*[1]).

Dieses Harz bildet runde oder etwas längliche, bis 3 cm im Durchmesser haltende Stücke oder große Klumpen, welche zumeist in Bruchstücken im Handel erscheinen. Im frischen Zustande ist die Farbe isabellgelb und zieht etwas ins Leberbraune, so daß die Stücke an Gummigutt erinnern; bei längerer Aufbewahrung bedecken sich die Harzkörner mit einer tief rotbraunen Schicht. Dieses Harz unterscheidet sich von dem roten Xanthorrhoeaharz nicht nur durch die Farbe, sondern auch in der Struktur. Jenes Verschmelzen völlig verharzter Partien mit noch unverharztem, zum Teil noch wohlerhaltenem Gewebe kommt am gelben Harze nur sehr selten vor; hingegen ist es, wenngleich es auch durch und durch aus Harz zu bestehen scheint, nicht homogen, sondern teils blasig, teils von kleinen, gewöhnlich hirsegroßen Mandeln durchzogen. Man muß also bei diesem Harze, ähnlich wie bei der Benzoe, Grundmasse und Körner unterscheiden. Die Härte gleicht jener des roten Xanthorrhoeaharzes; es läßt sich mit dem Fingernagel nur schwer ritzen. Das Strichpulver des gelben Xanthorrhoeaharzes ist in der Regel rein schwefelgelb, zieht aber bei den nachgedunkelten Stücken ins Bräunliche. Der Geruch ist benzoeartig, erinnert aber außerdem an die Blüten des Flieders und der *Orchis morio*, der Geschmack ist aromatisch und etwas süßlich.

Obgleich das gelbe Xanthorrhoeaharz dem freien und auch dem mit der Lupe bewaffneten Auge in der Regel durch und durch verharzt erscheint, so treten darin doch auch Gewebsreste im halbverharzten

1) Auch Maiden (l. c.) bezeichnet *Xanthorrhœa hastilis* als die Stammpflanze des gelben Xanthorrhoeaharzes. Desgleichen Hildebrand, welcher aber auch ein reines, zu Kugeln geknetetes, aus der Martius-Sammlung herrührendes, angeblich von *X. arborea* stammendes Harz untersuchte, welches nach seiner chemischen Zusammensetzung als gelbes Akaroidharz zu betrachten wäre.

Zustande auf. Am leichtesten findet man dieselben, wenn man einen Splitter des Harzes auf der Objektplatte mit schwachem Alkohol behandelt. Starker oder gar absoluter Alkohol greift die, wie schon erwähnt, teilweise verharzten Wände dieser Gewebe zu stark an. Manche Zellwände haben nur Fetzenform, manche sind aber rundum wohlerhalten und zeigen dann entweder den Charakter von faserförmigen oder parenchymatischen Zellen. Letztere herrschen vor. Sie sind derbwandig, etwas abgeplattet, ihre Länge beträgt im Mittel 0,075, ihre Breite 0,016 mm. Auf Zusatz von absolutem Alkohol lösen sich die harzigen Anteile völlig auf, von den Geweben bleiben nur wenig kenntliche Reste zurück, mit großer Deutlichkeit erscheinen aber zahlreiche Kristallnadeln von oxalsaurem Kalk.

Millimeterdicke Harzstückchen sind nur am Rande etwas durchscheinend. Mikroskopische Harzsplitter erscheinen zitrongelb, wenn sie etwa die Dimensionen eines großen Weizenstärkekornes haben; kleinere Stücke, etwa von der Größe eines Reisstärkekornes, sind aber nur merklich gelblich. Noch kleinere Splitter erscheinen farblos. Zerdrückt man einen Harzsplitter zwischen Objektträger und Deckglas, so verwandelt er sich zum Teil in eine pulverige Masse, zum Teil bildet er dünne Fetzen, welche letztere den eingeschlossenen Gewebsresten entsprechen. Selbst überaus kleine Splitter zeigen, in Wasser suspendiert, nur eine sehr träge, fast gar nicht wahrnehmbare Molekularbewegung. Im polarisierten Lichte betrachtet, erscheint ein Teil der Substanz doppelt lichtbrechend und zwar erkennt man, daß ein Teil der anisotropen Substanz kristallisiert ist, ein anderer amorph erscheint; der letztere besteht aber offenbar aus einem innigen Gemenge von amorpher (harziger) und überaus feinverteilter kristallisierter Substanz (wahrscheinlich Parakumarsäure).

Die Xanthorrhoeaharze sind löslich in Alkohol, in Äther lösen sie sich nur unvollkommen, in Petroläther nicht auf[1]. Die alkoholischen Lösungen lassen sich mit Ammoniak mischen.

Von Hildebrand wurde ein westaustralisches, von *Xanthorrhœa Preissii* stammendes Akaroidharz untersucht, welches Parakumarsäure und Zimtsäure enthält und wohl in die Kategorie des gelben Akaroidharzes gehört. Es ändert seine Farbe an der Luft und im Lichte in Braunrot um. Dieses Harz gibt nach Hildebrand viel deutlichere

1) Näheres über die Löslichkeitsverhältnisse von rotem und gelbem Xanthorrhoeaharz siehe Karl Hildebrand, Über Xanthorrhoeaharz. Berner Dissertation. Friedberg (C. Damm) 1897. Daselbst auch der Hinweis auf kleine Unterschiede in der Löslichkeit zwischen gelbem und rotem Harz. Beide sind in Phenol löslich, in Petroläther unlöslich; hingegen ersteres in Benzol und Toluol unlöslich, letzteres wenig löslich (l. c., p. 20 und 41).

Gerbstoffreaktionen als die Harze der *X. australis*, *arborea* und *hastilis*[1]).

Chemische Beschaffenheit. Rotes Akaroidharz. Konstanten des gereinigten Harzes[2]): Jodzahl 105,5; Methylzahl 71; Karbonylzahl 0,97.

Das mit Alkohol gereinigte Harz ist löslich in Äther, Äthylalkohol, Methylalkohol, Amylalkohol, Eisessig, Azeton, Phenol und Kalilauge.

M. Bamberger[3]) hat im roten Harz etwa 2 Proz. Parakumarsäure, $C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOH$ eine dem Vanillin ähnliche Substanz, und Paraoxybenzaldehyd $C_6H_4(OH)CHO$ gefunden.

Zimtsäure konnte darin nicht nachgewiesen werden, es kann daher das Fehlen oder Vorhandensein dieser Säure ein gutes Unterscheidungsmittel dieser beiden Harze sein.

Nach Tschirch und Hildebrand[4]) besteht das Harz zum größten Teile aus Erythroresinotannolparakumarsäureester $C_6H_4(OH)CH{=}CH{-}COOC_{40}H_{39}O_9$, welcher bei der Verseifung Benzoesäure und Parakumarsäure sowie einen Harzalkohol, das Erythroresinotannol $C_{40}H_{39}O_9.OH$ liefert, das ein schokoladebraunes Pulver darstellt und ebenfalls bei der Oxydation mit Salpetersäure Pikrinsäure liefert.

Prozentische Zusammensetzung des roten Xanthorrhoeaharzes nach Tschirch und Hildebrand:

a) Freie Säuren — Parakumarsäure .	1,0	Proz.
b) An Tannol gebundene Säuren wenig Benzoesäure } Parakumarsäure }	2,0	»
c) Aldehyde — Paraoxybenzaldehyd .	0,6	»
d) Tannole — Erythroresinotannol (vorwiegend als Parakumarsäureester).	85,0	»
e) Verunreinigungen . . . . . etwa	10,0	»

1) Neuestens erscheint ein westindisches Xanthorrhoeaharz (welches wohl von kultivierten Grasbäumen abstammen dürfte) im Handel. Das Harz ist von hellerer roter Farbe als das rote australische Xanthorrhoeaharz, ist in Alkohol vollkommen löslich, liefert beim Destillieren große Mengen von Cinnamein und gibt 3 Proz. Asche. Ein Resinotannol wurde daraus isoliert. Es soll in der Fabrikation der Schmelzlacke den Schellack besser als jedes andere Harz ersetzen. The Chemist and Druggist **51** (1897), p. 824 und 923. — Henriques, Chemische Revue über die Fett- und Harzindustrie **5** (1898), p. 13.

2) Säure- und Verseifungszahl lassen sich beim roten Akaroidharz nicht bestimmen, da deren alkoholische Lösungen intensiv rot gefärbt sind.

3) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **14** (1893), p. 333.

4) Tschirch und Hildebrand, Archiv d. Pharm. **234** (1896), p. 704.

Gelbes Xanthorrhoeaharz. Konstanten[1]): Säurezahl 133, Verseifungszahl 220—225[2]), Jodzahl 86, Methylzahl des rohen Harzes 27,6—29, des gereinigten Harzes 34,7, Karbonylzahl 0,38.

M. Bamberger[3]) gewann durch Auskochen des gelben Xanthorrhoeaharzes mit Wasser etwa 10 Proz. Parakumarsäure, 1 Proz. Zimtsäure, Benzoesäure, einen dem Vanillin ähnlichen Körper und Paraoxybenzaldehyd. Zimtsäure und Benzoesäure wurden schon von Stenhouse[4]) im gelben Akaroidharz aufgefunden.

Nach der Untersuchung von Tschirch und Hildebrand[5]), welche sich besonders auf das Harzartige der Rohdroge bezieht, ist außer den bereits genannten Substanzen noch Styrazin $C_6H_5CH=CH-COOCH_2CH=CH-C_6H_5$ und Zimtsäurephenylpropylester $C_6H_5CH=CH-COOCH_2-CH_2-CH_2C_6H_5$ vorhanden.

Das Resin besteht vorwiegend aus Parakumarsäure-Xanthoresinotannolester $C_6H_4(OH)CH=CH-COOC_{43}H_{45}O_9$ nebst geringen Mengen von Zimtsäure-Xanthoresinotannolester $C_6H_5CH=CH-COOC_{43}H_{45}O_9$.

Durch Verseifung dieses Esters erhält man Zimtsäure und Parakumarsäure sowie einen Harzalkohol, das Xanthoresinotannol $C_{43}H_{45}O_9.OH$, welches bei der Einwirkung von Salpetersäure in Pikrinsäure übergeht. Nach Langier[6]) soll in dem gelben Akaroidharz Bassorin enthalten sein.

Bei der Destillation des gelben Akaroidharzes (von *Xanthorrhœa hastilis)* erhielten Schimmel und Komp. 0,37 Proz. eines gelben Öles[7]) von storaxähnlichem Geruch. Spez. Gewicht 0,937, $\alpha_D = -3°14'$. Das Xanthorrhoeaharzöl enthält sowohl freie Zimtsäure als solche in esterartiger Bindung. Das verseifte Öl siedet zwischen 145—240° und enthält die bei 145—150° übergehende Fraktion Styrol.

Das gelbe Akaroidharz hat nach Tschirch und Hildebrand folgende prozentische Zusammensetzung:

a) Freie Säuren	Parakumarsäure . .	4,00	Proz.
	Zimtsäure	0,50	»
b) An Tannol gebundene Säuren	Parakumarsäure	7,00	»
	Zimtsäure . .	0,60	»

1) Die Konstanten für Säure-, Verseifungs- und Jodzahl beziehen sich auf mit Alkohol gereinigtes Harz.

2) Die Verseifungszahl verdanke ich einer freundlichen Mitteilung des Herrn Apothekers A. Kremel.

3) M. Bamberger, Monatshefte f. Chemie **14** (1893), p. 333.

4) Stenhouse, Liebigs Annalen **57** (1846), p. 84.

5) Tschirch und Hildebrand, l. c., p. 698.

6) Langier, Ann. de Chimie **76,** p. 265.

7) Bericht der Firma Schimmel & Co. Leipzig 1897, II, 66.

Styrazin und Zimtsäurephenylpropylester?	1,00 Proz.
Paraoxybenzaldehyd und Vanillin? . .	0,60 »
Xanthoresinotannol (vorwiegend als Parakumarsäureester)	80,00 »
Ätherisches Öl	0,37 »

Der Rest besteht aus Verunreinigungen.

Die Akaroidharze reihen sich nach ihrer chemischen Zusammensetzung dem Perubalsam, dem Storax und der Benzoe an.

Die Xanthorrhoeaharze werden zur Darstellung gefärbter Weingeist- (Goldlackfirnis usw.) und anderer Firnisse, besonders zu solchen, welche zum Überziehen von Metallgegenständen dienen, ihre Kali- und Natronseifen zum Leimen des Papiers verwendet. Hlasiwetz und Barth haben das Harz von *Xanthorrhœa hastilis* zur Darstellung der Paraoxybenzoesäure, Stenhouse zur Darstellung von Pikrinsäure, Bamberger zur Gewinnung der Parakumarsäure empfohlen. In Nordamerika soll das rote Harz in großer Menge in der Lederfabrikation Verwendung finden. In England dient es in der Fabrikation feiner Seifen. Es wird in der Fabrikation der Schmelzlacke (besonders feiner Siegellacke) statt Schellack oder mit diesem gemengt benutzt. Die Akaroidharze absorbieren stark die chemisch wirksamen Lichtstrahlen und es finden deshalb ihre Lösungen Anwendung zum Anstreichen von Fenstern in Dunkelzimmern der Photographen.

Geschichtliches. Die Xanthorrhoeaharze sind moderne Handelsprodukte. Einige technologische Daten über diese Naturprodukte tauchten allerdings schon am Ende des 18. Jahrhunderts auf[1]; aber zu Verwendung gelangen dieselben erst seit etwa 4—5 Dezennien. Auch die Geschichte der Xanthorrhoeaharze bietet uns die so häufige Erscheinung dar, daß ein auffälliges Naturprodukt zuerst als Medikament in Verwendung steht, dadurch bekannt wird und später zu technischer Verwendung gelangt. Im 18. Jahrhundert war ein Xanthorrhoeaharz als »Magenarzenei« in England rasch berühmt geworden. Die Stammpflanze und deren Produkte, insbesondere das Harz, wurden damals mehrfach beschrieben[2]). In Deutschland wurde über dieses »Medikament« zuerst von Lichtenstein[3]) berichtet, welcher eine Beschreibung und eine chemische Untersuchung des gelben Xanthorrhoeaharzes veröffentlichte. Durch die Untersuchungen der Chemiker (L. Widmann, 1825; Geiger,

1) F. v. Mueller, l. c., p. 293.

2) The voyage of Governor Philipp to Botany Bay. London 1799. Journal of the voyage to New South Wales. John White, London 1799.

3) Lichtenstein, Vom sogenannten gelben Gummi aus Botany Bay. Chem. Ann. v. Crell. 1799.

1839; insbesondere Stenhouse, 1846) wurden die Xanthorrhoeaharze bekannter. Aber die medizinische Benutzung scheint bald aufgegeben worden zu sein und in neuerer Zeit treten nur sporadisch Vorschläge zu therapeutischer Verwendung dieser Harze auf[1]). Hingegen beginnen zu dieser Zeit die Xanthorrhoeaharze in der englischen Industrie Verwendung zu finden, namentlich in der Fabrikation der Farben und Firnisse. In den sechziger Jahren sind sie auf dem Kontinent schon ziemlich bekannt, es entstehen die verschiedensten Lokalnamen für diese Harze (z. B. in Wien der Name Erdschellack). Seit den achziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wird es in Nordamerika industriell verwertet, konnte aber anfangs nur schwer Fuß fassen[2]). Nach F. v. Mueller ist die Ausbeutung der Xanthorrhoeaharze in neuerer Zeit in Zunahme begriffen und es hat die Ausfuhr dieser Harze seit 1885 beträchtlich zugenommen.

1) Pereira, The elements of Materia medica and Therapeutics. London 1849—53.

2) John Maisch, Jahrbuch der Pharmazie. 1881—82.

Dritter Abschnitt.

Die Kautschukgruppe[1]).

In dieser Gruppe vereinigt Wiesner in der 1. Auflage dieses Buches den Kautschuk mit allen jenen Rohstoffen des Pflanzenreiches, welche im physikalischen Verhalten diesem Körper gleichen oder nahestehen. Die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks sind so merkwürdige und eigenartige, daß man wohl niemals im Zweifel sein wird, ob ein Pflanzenstoff in diese Gruppe gehört oder nicht. Bei allen bis jetzt bekannt gewordenen Körpern, welche in bezug auf Festigkeit, Elastizität, Dichte, Quellungsfähigkeit, Löslichkeit, Resistenz gegen die Einwirkung der Atmosphäre und vieler Reagentien dem bekannten Kautschuk gleichkommen, hat sich auch eine große Übereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung ergeben, und das Auftreten aller dieser Körper in den Milchsäften der Pflanzen läßt eine gleiche Entstehung derselben im Pflanzenkörper vermuten.

In diese Gruppe sind zu stellen die verschiedenen Arten von Kautschuk, ferner Guttapercha und Balata.

Die Körper der Kautschukgruppe werden vorzugsweise aus Milchsäften abgeschieden, in einzelnen Fällen aus trockenen Pflanzenteilen gewonnen, wobei zu bemerken ist, daß auch hier die betreffenden Körper im Milchsafte des lebenden Pflanzenteils als wesentliche Bestandteile enthalten sind.

Es hat den Anschein, als würden in den meisten Milchsäften Kautschuk oder kautschukähnliche Körper vorkommen. In größerer Menge finden sich der Kautschuk oder die ihm ähnlichen Substanzen in zahlreichen tropischen und subtropischen Pflanzenarten aus den Familien der Euphorbiaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen, Sapotaceen, Campanulaceen (Lobelioideen), Moraceen und Compositen. Aber auch in vielen bei uns

1) Bis auf das vierte Kapitel (»Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Körper der Kautschukgruppe«), welches Herrn **M. Hönig**, o. Prof. der org. Chemie an der k. k. techn. Hochschule in Brünn, zum Verfasser hat, wurde dieser Abschnitt von Dr. **K. Mikosch**, o. Prof. der Botanik, technischen Warenkunde und technischen Mikroskopie an der k. k. techn. Hochschule in Brünn, neu bearbeitet.

vorkommenden Repräsentanten aus jenen der eben genannten Familien, welche unserer Flora angehören, wahrscheinlich in allen, welche Milchsaft führen, finden sich dieselben Körper vor, z. B. in unseren Euphorbien, in den milchenden Compositen (*Lactuca*, *Cichorium*, *Sonchus*), in Papaveraceen (*Papaver somniferum*, nämlich in einigen Opiumsorten). Freilich ist die Menge des Kautschuks in den Milchsäften dieser Pflanzen eine geringe und zudem enthalten letztere nur wenig Milchsaft, so daß diese Gewächse zur Ausnutzung auf Kautschuk sich gar nicht eignen[1].

I. Übersicht der Gewächse, welche Körper der Kautschukgruppe liefern.

1. Moraceen.

Bleekrodia tonkinensis Dub. et Eberh. Indochina, liefert Kautschuk, der an Güte den besten Para-Sorten gleichkommt. Tropenflanzer XI, p. 870; XII, p. 149.

Trophis anthropophagarum Seem. Fidschi-Inseln. — Der Kautschuk ist minderwertig. Beih. z. bot. Zentralbl. VIII, p. 379.

Clarisia bifolia Ruiz et Pavon } Peru. — Kautschuk. Duchesne,
Cl. racemosa Ruiz et Pavon } Rep. des plantes ut., p. 314.

Artocarpus integrifolia L. fil. Indien. — Kautschuk. Roxburgh, Flora indica, p. 544.

Art. incisa Forst. Sunda-Inseln. — Nach Jumelle ist die kautschukartige Substanz nicht verwendbar: sie dient den Eingeborenen nur zum Vogelfang: Les plantes à Caoutchouc et à Gutta. 1903, p. 62.

Castilloa elastica Cerr.[2]. Arbor de Ule, Mexiko. — Wird auch in

---

1) Um aus unserer *Euphorbia Cyparissias L.* einige Gramm Milch zu gewinnen, benötigt man einige tausend Exemplare. S. Weiß und Wiesner, Beitr. z. Kenntnis des Milchsaftes der Pflanzen. Bot. Ztg. 1861, p. 41. — Von G. Kassner wurde versucht, aus dem Milchsaft von *Sonchus oleraceus L.* Kautschuk darzustellen; das mit Schwefelkohlenstoff aus den Pflanzen hergestellte Extrakt wurde eingedampft und in diesem bei entsprechender Behandlung nach dem Auswaschen 4,13 Proz. feste Substanz, darin nur 0,16 Proz. Reinkautschuk gefunden. Jahresber. f. chem. Technologie. 1883, p. 1141. — Ebenso gering ist nach den Untersuchungen desselben Forschers der Kautschukgehalt in dem Milchsafte von *Asclepias Cornuti Desv.;* er beträgt im Monat Mai 0,15 Proz., August 0,13 Proz., September 0,61 Proz. Landw. Versuchsstat. **33,** p. 241—243. — Bedeutend höher stellt sich der Kautschukgehalt in dem Milchsafte der bei uns vorkommenden *Lactuca viminea Presl.;* nach den Untersuchungen von Grafe und Linsbauer beträgt hier der Kautschukgehalt etwa 0,5 Proz., gleichfalls bezogen auf Trockensubstanz. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1909, p. 129—141.

2) Die mit gesperrter Schrift gedruckten Namen beziehen sich auf Gewächse, welche in Bezug auf die Gewinnung von Kautschuk, Guttapercha usw. besondere Wichtigkeit erlangt haben.

den verschiedensten Tropengärten kultiviert. — Guajaquilkautschuk, Cartagenakautschuk, »caucho negro«.

C. Ulei Warb. Südl. Amazonstromgebiet. — Kautschuk. Beih. z. Tropenpflanzer. 1905, p. 15.

C. Tunu Hemsl. Costarica. — Gibt ein guttaperchaähnliches, ziemlich wertloses Produkt, dasselbe gilt auch von *C. australis Hemsl.* Jumelle, l. c., p. 185.

Brosimum galactodendron Don (Kuhbaum). Venezuela. — Gibt minderwertigen, mit Harz gemengten Kautschuk. Warburg, Tropenpflanzer III, p. 526; Jumelle, l. c., p. 163.

Ficus elastica Roxb. Ostindien. — Rangoonkautschuk, Assamkautschuk, zum Teil Birma- und Singaporekautschuk, den größten Teil von Sumatra-, Penang- und Javakautschuk. Kautschuk von Malakka (caoutchouc de Patani). O. Warburg, Tropenpflanzer III, p. 422.

F. consociata Bl. Malakka. — Der Kautschuk ist im frischen Zustande weiß, wird an der Luft schwarz, hat geringeren Wert als der von *F. elastica.* Jumelle, l. c., p. 250.

F. mysorensis Heyne. Wälder am Fuße des Himalaya. — Soll nach Jumelle Kautschuk liefern; l. c., p. 251.

F. Roxburghii Well. = *F. macrophylla Roxb.* Himalayagebiet bis Birma. Geht bis 1600 m Seehöhe. Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 251.

F. annulata Bl. Birma, Perak, Malaiische Halbinsel. — Gibt nach S. Kurz sehr guten Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 252.

F. altissima Bl. = *F. laccifera Roxb.*
F. obtusifolia Bl.
} Westl. Hinterindien. — Minderwertiger Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 253.

F. indica L. Ostindien. — Gibt eine Sorte unechter Gutta. Jumelle, l. c., p. 226.

F. religiosa L. Indien. — Gibt nur kautschukähnliche, in Wirklichkeit vogelleimartige Substanz. Jumelle, l. c., p. 226.

F. Vogelii Miq. Westafrika. — Gibt den Accra-, Grand Bassam- und Assinie-Kautschuk. Warburg, l. c., p. 420.

F. Holstii Warb. (»Msoso«). Deutsch-Ostafrika. — Kautschuk. O. Warburg, l. c., p. 420.

F. Vohsenii Warb. Liberia.
F. Preussii Warb. Kamerun.
F. usambarensis Warb. Sansibar.
} Kautschuk. O. Warburg, l. c., p. 420. Jumelle, l. c., p. 259.

F. trichopoda Bak. Zentral-Madagaskar. — Soll auf Kautschuk verwertet werden. Warburg, l. c., p. 420. Jumelle, l. c., p. 229.

F. trachyphylla Fenzl. Senegal.
F. populifolia Vahl. Sudan.
F platyphylla Delile. Sudan.
} Minderwertiger Kautschuk. Rein, Tropenpflanzer XIII, p. 378.

F. dendrocida H. B. et K. Ekuador. — Gibt eine kautschukartige, aber nicht elastische Masse. Jumelle, l. c., p. 228.

F. myrtifolia Lieb. Venezuela. — Kautschuk. Jumelle, l. c., 227.

F. nymphæifolia L., *F. populnea Willd.*, *F. Radula Willd.*, *F. silvestris St. Hil.* Südamerika. — Kautschuk. Engler, Die nat. Pflanzenfamilien III, 1, p. 92.

F. macrophylla Desf., *F. rubiginosa Desf.* Australien. — Kautschuk. Semler, l. c., p. 716.

F. Cunninghami Miq. Australien. — Guttaperchaähnliche Substanz. Jumelle, l. c., p. 228.

F. prolixa Forst. Neukaledonien. — Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 254.

F. Schlechteri Warb. Neukaledonien. — Kautschuk. O. Warburg, Tropenpflanzer VII, p. 583.

F. Rigo Bailey (»Maki«). Östl. Neuguinea. — Kautschuk. O. Warburg, l. c., III, p. 420.

F. hypophæa Schlecht., *F. Suphiana Schlecht.* Neuguinea. — Kautschuk. O. Warburg, Tropenpflanzer XV, p. 544.

F. obliqua Forst. fil. Fidschi-Inseln. — Kautschuk. Beih. z. bot. Zentralbl. VIII, p. 379.

Cecropia peltata L. Guayana, Mexiko. — Kautschuk. Virey, Bull. de Pharm., p. 329.

C. palmata Willd. Nordbrasilien und Guayana. — Kautschuk. Engler, l. c., III, 1, p. 96.

2. Loranthaceen.

Strutanthus syringifolius Mart., *Phthirusa theobromae (Willd.) Eichl.* Venezuela. — Liefern den Mistel- oder Tinakautschuk. O. Warburg, Tropenpflanzer IX, p. 633 ff.

3. Trochodendraceen.

Eucommia ulmoides Oliv. China. — Nach den Untersuchungen von E. Weiss (Trans. Linn. Soc. London 2, ser. III, 7, p. 243—254) enthält die Pflanze in der Stengelrinde und in den Blättern zahlreiche Milchsaftgefäße. Durch Extraktion mit Toluol erhielten Dybowski und G. Fron eine Substanz, die in ihren Eigenschaften mit guter Guttapercha übereinstimmt. (Compt. rend. CXXIX, Nr. 15, Octobre 1899, p. 558 ff.)

4. Euphorbiaceen.

Macaranga Reineckei Pax. Samoa. — (»Mamalawa«) guttaperchaähnliche Masse. Tropenpflanzer V, p. 233.

Micrandra siphonoides Benth. Rio negro. — Der orangefarbige Milchsaft gibt einen guten Kautschuk. Ule, Beihefte z. Tropenpflanzer. 1905, p. 13.

M. minor Benth. (»Huemega«). Peru. — Der Milchsaft wird mit dem von Hevea gemischt. Tropenpflanzer XVI, p. 159.

Hevea guyanensis Aubl. (= Jatropha elastica L. = Siphonia elastica Pers. = Siph. guyanensis Juss. = Siph. Cahuchu Willd. = Hevea peruviana Aubl.). Guayana bis zum Rio negro. — Parakautschuk. Jumelle, l. c., p. 117.

H. brasiliensis Müll. Arg. (= Siphonia brasiliensis Kunth) (»seringueira boa« oder »ser. verdodeira«). Parakautschuk. Der wichtigste Kautschukbaum des Amazonengebietes (rechte Nebenflüsse des Amazonenstromes).

H. Spruceana Müll. Arg. (»Seringueira barriguda«) wächst mit *H. brasiliensis.* Die Milch wird mit der von *H. brasiliensis* gemischt. Ule, l. c., p. 8.

H. confusa Hemsl. Britisch Guayana. — Para Upriver. Jumelle, l. c., p. 127.

H. discolor Müll. Arg. Rio negro. — Manaos-Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 129.

H. paludosa Ule. Iquitos. } Die Milch wird selten gesammelt. Ule,
H. nigra Ule. Juruá Miry. } l. c., p. 10.

H. collina Hub. genannt »Itaúbá«. — Verbreitungsgebiet dasselbe wie *H. brasiliensis.* Boletim do Museu Goeldi, Vol. V, 1908 nach Tropenpflanzer XII, p. 598. Ule gibt an, daß die Itauba ein Produkt zweiter Qualität liefert, l. c., p. 9.

H. Benthamiana Müll. Arg. Rio negro. — Kultiviert in Venezuela. Jumelle, l. c., p. 133.

H. pauciflora Müll. Arg. Rio negro, Brit. Guyana.
H. rigidifolia Müll. Arg. Rio negro, Nordbrasilien.
} Minderwertiger Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 130, 132.

H. lutea Müll. Arg. Rio negro, Rio Uaupes. — Ist sehr reich an Kautschuk und gibt nach Huber einen guten Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 135.

H. virídis Huber, »puca siringa«. Rio Janayacu. — Nach Huber Kautschuk minderer Qualität. Jumelle, l. c., p. 136.

H. Foxii Huber. Peru. »Ituri« und »Jeserai«. — Nach W. Fox sollen 75 Proz. des in dem Landstrich zwischen den Flüssen Putumayo und Caquetá gewonnenen Kautschuks von dieser Art stammen, die von den Eingeborenen regelrecht angezapft wird. Bull. of Miscell. Information der Roy. Bot. Gardens in Kew nach Tropenpflanzer XVI, p. 158.

Manihot Glaziovii Müll. Arg. Brasilien. — Cearakautschuk.

M. violacea Müll. Arg. »Jaguareté«. Ostbrasilien. — Cearakautschuk. Reintgen, l. c., p. 117.

M. dichotoma Ule. Südosten von Bahia, Jequié-Kautschuk.

M. heptaphylla Ule. Rechtes Ufer des Rio Sao-Francisco, Sao-Francisco-Kautschuk.

M. piauhyensis Ule. Südosten von Piauhy, Piauhy-Kautschuk.

Von Ule als Kautschukpflanzen aufgefunden. Tropenpflanzer XI, p. 861–864.

Hotnima Teissonieri Chev. — Die Pflanze wurde von Chevalier im Versuchsgarten zu Camayenne bei Conakry entdeckt, zuerst als *Manihot Teissonieri* beschrieben, später nach eingehenderen Untersuchungen als neue Gattung: *Hotnima* mit einer Art: *H. Teissonieri A. Chev.* aufgestellt. Tropenpflanzer XII, p. 449.

Omphalea triandra L. Jamaika. — Kautschuk. Pax in Engler und Prantl, l. c., III, 5, p. 92.

Mabea Piriri Aubl. Guyana (aus den Zweigen verfertigt man Pfeifenröhren, daher die Pflanze unter dem Namen »Bois de Calumet« bekannt ist, Pax, l. c., III, 5, p. 92). — Kautschuk. Aublet, Plantes de la Guyane. Duchesne, l. c., p. 305.

Excœcaria gigantea Griseb. Kolumbien. — Caucho blanco, Polyt. Journ. CCXLIII.

Ex. Dallachyana Baill. Queensland. — Liefert eine klebrige, die Eigenschaften des Kautschuks besitzende Masse. O. Warburg, Tropenpflanzer III, p. 531.

Ex. biglandulosa Müll. Arg. (= Sapium biglandulosum Müll. Arg.). Kolumbien. — Caucho blanco. Jumelle, l. c., p. 149.

Sapium Thompsonii God. Leb. = Sap. tolimense Hort. West-Kolumbien. — Stammpflanze des »Colombian virgen«.

S. verum Hemsl. Kolumbien. — Caucho blanco. Reintgen, l. c., p. 126.

S. taburu Ule. Amazonengebiet (genannt »Tapuru« oder Seringeirana am Jurua). — Die Milch wird mit der von *Hevea* gemischt; die in den Handel unter dem Namen »Tapuru« oder Sernamby von Cameta kommende Marke dürfte vielleicht das Produkt dieser *Sapium*-Art sein. Ule, l. c., p. 14. Jumelle, l. c., p. 169.

S. eglandulosum Ule. Unterer Jurua. — Kautschuk. Ule, l. c., p. 15.

S. utile Preuß.
S. decipiens Preuß.

Tiefland von West-Ekuador. — Stammpflanzen des Cauchillo oder caucho andullo blanco (weißer Wurstkautschuk). Reintgen, l. c., p. 127. Jumelle, l. c., p. 156.

S. stylare Müll. Arg. Östliches Ekuador, Provinz Oriente. — Der Kautschuk, »Oriente« genannt, ist mittelmäßiger Qualität. Jumelle, l. c., p. 168.

S. Marmieri Huber (»seringa rana«). Rio Ucayali, Ost-Peru. — Minderwertiger Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 176.

S. ciliatum Hemsl. Nordbrasilien. — Soll nach Trail brauchbaren Kautschuk geben. Jumelle, l. c., p. 176.

S. Jenmanni Hemsl. Britisch Guayana. — Gibt einen, was die chemische Zusammensetzung betrifft, qualitativ guten Kautschuk. Tropenpflanzer XIII, p. 394.

Euphorbia Intisy Drake del Castillo. Südmadagaskar. — Der Milchsaft ist sehr reich an Kautschuk, der als sehr gute Qualität in braunen Kugeln auf den Markt kommt. Die Pflanze ist infolge der rücksichtslosen Ausbeutung im Aussterben. Jumelle, l. c., p. 185. Reintgen, l. c., p. 170.

E. Pirahazo Jum. Nordwestmadagaskar. — Kautschuk. Tropenpflanzer XII, p. 447.

E. fulva Stapf (= *Euphorbodendron fulvum Millesp.* Field Colleg. Mus. Botan., 1909, Ser. 2, p. 305 nach Wiesner: Über die chemische Beschaffenheit des Milchsaftes der *Euphorbia*-Arten, Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wissensch. Wien CXXI, Abt. I, p. 19). Mexiko. — Amarillo-Kautschuk. Die von Altamarino und Rose als Stammpflanze des Amarillo-Kautschuks beschriebene *E. elastica Altam. et Rose* konnte nicht aufrecht erhalten bleiben. Tropenpflanzer X, p. 525 und XII, p. 447.

E. lactiflua Philippi. Chile. — Nach Wiesner ist der Kautschukgehalt des Milchsaftes zu gering, als daß die Pflanze zur Kautschukgewinnung geeignet wäre. Wiesner, l. c., p. 16.

E. antiquorum L.
E. nereifolia L.
E. Cattimondao W. Elliot.

Indien. — Diese Arten sollen guttaperchaähnliche Stoffe liefern. Cat. des Col. fr. 1867, p. 75. Collins, Jahresber. d. chem. Technol. 1885, p. 1152. Semler, l. c., p. 746.

E. Cacarasana Boiss. Venezuela. — Der Milchsaft gibt ein Produkt, das seinen Eigenschaften nach als Ersatz echter Guttapercha dienen könnte. Tropenpflanzer V, p. 90.

E. Tirucalli L. Ostküste Afrikas. — Nach Bade soll diese *Euphorbia*-Art, sowohl was Quantität als was Qualität des Kautschuks betrifft, zur Kautschukgewinnung tauglich sein (Tropenpflanzer XIV, p. 159). Dem widersprechen die viel älteren Untersuchungen Henkes, dem zufolge der Kautschukgehalt des Milchsaftes der *E. Tirucalli* ein geringer ist (Henke, l. c., p. 752).

E. rhipsaloides Welw. Portugiesisch-afrik. Kolonien. — Gibt eine kautschukartige Substanz, welche Almeidina oder Kartoffelgummi genannt wird. A. F. Moller, Tropenpflanzer I, p. 188.

5. Sapotaceen.

Payena Leerii Benth. et Hook. Malayisches Gebiet. — Guttapercha.

P. macrophylla Benth. et Hook. Malayisches Gebiet. — Liefert geringwertige Guttapercha. Engler in Engler u. Prantl, l. c., IV, 1, p. 133.

P. Maingayi Clarke. } Malayische Halbinsel. — Guttapercha.
P. Havilandi King et Gamble. } Tropenpflanzer XI, p. 858.

P. dasyphylla Pierre. Malayische Halbinsel. — Das Produkt wird zur Verfälschung echter Gutta verwendet. Tropenpflanzer XI, p. 858.

P. malaccensis Clarke (Bassia malaccensis K. et G.). Malayische Halbinsel. — Liefert klebrige, minderwertige Gutta. Von King und Gamble werden noch zwei neue *Bassia*-Arten als Guttapercha liefernd beschrieben: *B. Curtisii,* welche ein weißes, hartes, als Zusatz zu guter Gutta verwendbares Produkt liefert, und *B. Motleyana,* deren Gutta hingegen harzig, bröcklig ist. Tropenpflanzer XI, p. 859.

Illipe pallida Engl. Sumatra. — Guttapercha. Engler, l. c., IV, 1, p. 134.

Palaquium Gutta Burck. (= Isonandra Gutta Hook.). Indien, jetzt fast ganz ausgerottet, nur noch im Kulturzustande lebend. — Guttapercha.

Pal. oblongifolium Burck. Sumatra, Borneo. — Guttapercha bester Qualität.

Pal. borneense Burck. Borneo. } Guttapercha. Engler, l. c., IV, 1, p. 136. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen. 1892, p. 203 ff.
Pal. Treubii Burck. Bangka. } Oesterle, Pharmakognostische Studien über Guttapercha. Bern 1893, p. 48. Jumelle, l. c., p. 482—484.

Pal. Oxleyanum Pierre (Dichopsis pustulata Hemsl.).
Pal. obovatum (Griff.) K. et G.
Pal. Maingayi (Clarke) K. et G.
Pal. Clarkeanum K. et G.
Pal. xanthochnycum Pierre.
Pal. bancanum Burck.
} Malayische Halbinsel. — Minderwertige Guttapercha. Tropenpflanzer XI, p. 859.

Pal. Suphianum Schltr. Neuguinea. — Guttapercha. Schlechter, Tropenpflanzer VII, p. 470.

Pal. montanum Schltr. Neuguinea. — Guttapercha. E. Warburg, Tropenpflanzer XV, p. 544.

Pal. leiocarpum Boerl.
Pal. quercifolium Burck.
Pal. calophyllum Pierre.
} Borneo. — Minderwertige Guttaperchaarten, die unter dem Namen Hangkang, Djoelotoeng auf den Markt kommen. Jumelle, l. c., p. 452.

Butyrospermum Parkii Kotschy (= Vitellaria paradoxa Gärtn.). Westafrika. — Ersatz für Guttapercha »gutta shee«. Heckel und Schlagdenhaufen, Jahresber. f. chem. Technol. 1885, p. 1142. Eug. Obach, Cantor Lectures on Gutta Percha. Soc. for the Encourag. of arts, manufact. 1898, p. 50. Jumelle, l. c., p. 518.

Sapota Achras Mill. (= Achras Sapota L.). Antillen. — Ersatz für Guttapercha, »Chicle-Gummi«. Jumelle, l. c., p. 521.

Lucuma mammosa Juss. (= Sapota mammosa Gärtn. = Achras mammosa L.). Antillen. — Guttapercha. Henkel, l. c., p. 263 nach Wiesner, Rohstoffe, 1. Aufl., p. 155.

Sideroxylon attenuatum DC. Ostindien und Philippinen. — Guttapercha. Miquel, Flora von Nederl. Indië II, p. 1036.

Sid. cyrtobotryum Mart. Peru (»Arórate«). — Guttapercha. Tropenpflanzer XVI, p. 159.

Chrysophyllum ramosum A. DC. Brasilien. — Balata. Clouth, l. c., p. 216.

Mimusops Balata Gärtn. (= Sapota Mülleri Linden). Guyana. — Balata.

M. Elengi L. Westliches Vorderindien und Zeylon. — Balata geringer Qualität. Engler, l. c., IV, 1, p. 151.

M. globosa Gärtn. Antillen, Venezuela. — Balata. Clouth, l. c., p. 216.

M. speciosa Blume
M. Schimperi Hochst. } Trop. Afrika. — Balata. Clouth, l. c., p. 216.
M. Kümmel Bruce

M. Henriquesii Engl. et Warbg. Portugiesisch-Ostafrika. — Gutta mittlerer Qualität. O. Warburg, Tropenpflanzer VII, p. 326.

M. Schweinfurthi Kümmel. Engl. Sudan. — Guttaperchaähnliche Substanz. Rein, Tropenpflanzer XIII, p. 378.

Northea seychellana Hook. f. (Kapuzinerbaum). Seychellen. — Die aus dem Milchsaft gewonnene Guttapercha hat ihres hohen Harzgehaltes wegen geringen Handelswert. Tropenpflanzer XII, p. 500.

6. Apocynaceen.

Melodinus orientalis Bl. Penang, Java, Sumatra. — Falsche Guttapercha. Jumelle, l. c., p. 64.

M. pulchrinervius Boerl. Borneo. — Gibt ein Produkt, das nach Romburgh zur Fälschung echter Guttapercha verwendet wird. Jumelle, l. c., p. 64.

Leuconotis eugenifolias (Wall.) A. DC. Penang, Borneo. — Kautschuk. Henriques, Der Kautschuk und seine Quellen. Dresden 1899, p. 21. Nach Romburgh ist der Kautschuk schlechter Qualität. Jumelle, l. c., p. 64.

L. subavensis Boerl. Borneo. — Der Milchsaft wird zur Fälschung guter Sorten verwendet. Jumelle, l. c., p. 64.

L. gigantea Boerl. Borneo. — Der Kautschuk erhärtet an der Luft sehr schnell. Jumelle, l. c., p. 64.

Zschokkea Foxii Stapf (»Minyadotana«). Peru. — Die Milch wird mit der von *Hevea* und *Castilloa* gemischt. Tropenpflanzer XVI, p. 159.

Landolphia Hendelotii DC. Senegambien, westlicher Sudan. — Senegalkautschuk, Gambiak., Konakry-niggers, Massai-niggers. Durchweg ausgezeichnete Qualitäten des Lianenkautschuks. Jumelle, l. c., p. 292—299. Reintgen, l. c., p. 146.

L. owariensis Pal. Beauv. Westafrika. — Kassai-Kautschuk. Erscheint im Handel als dunkelrosafarbiger Kautschuk: »rouge du Kassai« oder blaßrosafarbiger Kautschuk: »rouge du Congo«. Die Güte des Milchsaftes verhält sich sehr ungleich: von zwei nebeneinanderstehenden Pflanzen gibt die eine vorzüglichen, die andere nur vogelleimartigen Kautschuk. Reintgen, l. c., p. 147. Jumelle, l. c., p. 308.

L. Gentilii de Willd., *L. Droogmansiana de Willd.* Südlicher Kongostaat. — Liefern sehr guten Kautschuk (einen Teil des »rouge du Kassai«). Reintgen, l. c., p. 148.

L. Foreti Jum. (= L. Klainii Pierre). Französischer Kongo. — Eignet sich besonders zur Kultur. Reintgen, l. c., p. 148.

L. Henriquesiana Hall. Kongostaat, Angola. — Wurzelkautschuk. Jumelle, l. c., p. 317.

L. Kirkii Th. Dyer. Ostafrika. — Mozambique-Kautschuk. Kommt in drei Sorten auf den Markt als Moz. rouge, Moz. blanc und Nyassa. Jumelle, l. c., p. 323.

L. dondeensis Busse. Ostafrika. — Donde-Kautschuk. Ist von Kugelform und von ausgezeichneter Güte. Busse, Tropenpflanzer V, p. 405.

L. madagascariensis K. Sch. (= Vahea gummifera Poiret = V. madagascariensis Boj. = Tabernaemontana squamosa Smith). Ostküste Madagaskar. — Der Kautschuk führt im Handel den Namen »Madagascar rose«. Jumelle, l. c., p. 327. O. Warburg, l. c., III, p. 312. Der Milchsaft dieser *Landolphia* soll nach Pierre und Thirz schwer koagulierbar sein und ein nicht elastisches Produkt liefern. Tropenpflanzer XII, p. 47.

L. Perrieri Jum. Madagaskar (»piralahy«). — Der Milchsaft gibt vorzüglichen, aber quantitativ wenig Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 334.

L. sphaerocarpa Jum. (»reiabo«). Westlich Madagaskar. — Eine der wichtigsten Kautschuklianen Madagaskars. Jumelle, l. c., p. 349.

L. tenuis Jum. Nordwest-Madagaskar. — Der Kautschuk ist von guter Qualität. Reintgen, l. c., p. 153. Jumelle, l. c, p. 350.

L. Mandrianambo Pierre (»Mandrianambo«).
L. hispidula Pierre (»Fingomainty«).
L. Dubardi Pierre (»Fingobary«).
L. Richardiana Pierre (»Talandoha«).
} Ostküste Madagaskars. — Kautschuk. Jumelle, »Le Cautchouc et la Guttapercha« 1906, p. 624.

L. trichostigma var. *oxyacra Jum. et Perr.* Nordmadagaskar. — Kautschukertrag ist sehr schwankend. Tropenpflanzer XVI, p. 103.

L. crassipes Jum. et Perr.
L. Boivini Pierre
L. arborescens Jum. et Perr.
} Nordmadagaskar. — Kautschuk. Tropenpflanzer XVI, p. 103.

L. humilis K. Sch. Kongogebiet. — Wurzelkautschuk. Im Ertrag gering. Tropenpflanzer VII, p. 559.

L. Dawei Stapf. Wahrscheinlich identisch mit *Carpodinus landolphioides (Hall. f.) Stapf.* Kamerungebirge. — Manjongakautschuk. Tropenpflanzer XII, p. 598.

L. ugadensis Stapf. Uganda. — Uganda-Kautschuk. Tropenpflanzer X, p. 124.

L. Thollonii Dew. Portugiesisch Ostafrika. — Wurzelkautschuk.

L. florida Benth.
L. Petersiana Dyer
} Uganda, englisch Sudan. — Kautschuk. Geringwertig. Rein, Tropenpflanzer XIII, p. 378.

L. Stolzii Busse. Deutsch-Ostafrika. — Guter Kautschuk. Eduardoff, »Der Pflanzer« 1908 nach Tropenpflanzer XIII, p. 80.

L. comorensis (Boj) K. Sch. Tropisch Ostafrika. — Kautschuk. In Madagaskar wird diese Art unter dem Namen Vaughinia als Kautschukpflanze ausgebeutet. K. Schumann, Die Kautschukpflanzen Ostafrikas, p. 457 (in Engler, Die Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete V). *L. comorensis* soll nach einigen Angaben vorzüglichen Kautschuk, nach anderen Mitteilungen hingegen ein ganz unbrauchbares Produkt liefern. O. Warburg, l. c., III, p. 310. Jumelle, l. c., p. 287.

Pacourea guyanensis Aubl. (= Willoughbya guyanensis Raemsch. = W. scandens Willd.). Guayana. — Kautschuk. Aublet, l. c. Duchesne, l. c., p. 107; ist nach K. Schumann eine *Landolphia*-Art, nahe verwandt mit *L. comorensis K. Sch.*, wahrscheinlich nach Amerika eingeführt. K. Schumann in Engler und Prantl, l. c., IV, 2, p. 130.

Clitandra kilimandjarica Warb. Deutsch-Ostafrika. — Lianenkautschuk sehr guter Qualität. Reintgen, l. c., p. 156.

Cl. cirrhosa Radl. Westlich Zentralafrika. — Die Angaben über die Qualität des gewonnenen Kautschuks variieren sehr. Reintgen, l. c., p. 155. Jumelle, »Les Plantes à caoutch.«, p. 364.

Cl. Arnoldiana de Willd. = Cl. orientalis K. Sch. Kongostaat, französisch Guinea. — Sehr guter Kautschuk. Die Pflanze eignet sich

auch vorzüglich zur Kultur. Reintgen, l. c., p. 155. Aug. Chevalier »Journal d'Agriculture Tropicale« in Tropenpflanzer XIII, p. 393.

Clitandra Naunde de Willd. Kongostaat. — Der Milchsaft gerinnt leicht, besonders wenn er mit gewissen anderen Milchsäften gemischt wird, gibt einen guten, schwarzen Kautschuk. Reintgen, l. c., p. 155.

Cl. flavidiflora Hall. f. (= Carpodinus flavidiflorus K. Sch.). Westafrika, Oberguinea. — Diese Pflanze wird nach Hans Hallier von den Eingeborenen Oberguineas als die beste Kautschukliane bezeichnet.

Cl. elastica Chev.
Cl. eugenifolia Chev.
Cl. laurifolia Chev.
Elfenbeinküste. — Kautschuk. Chevalier, »L'Agriculture pratique des pays chauds« in Tropenpflanzer XIII, p. 597.

Willoughbya firma Bl. Sumatra, Borneo. — Gibt einen vorzüglichen Kautschuk. Borneokautschuk (»Getah soesoe«, »Getah Borneo«, »Getah grip«). Der Latex wird jedoch mit den Milchsäften minderwertiger *Willoughbya*-Arten gemischt, daher das Gesamtprodukt nur mittelmäßige Qualität besitzt. O. Warburg, l. c., III, p. 530. Schlechter, Tropenpflanzer V, p. 326. Reintgen, l. c., p. 199.

W. apiculata Miq. Borneo, Sumatra.
W. coriacea Wall. Halbinsel Malakka.
Der Michsaft wird mit dem von *W. firma* gemischt, Reintgen, l. c., p. 198.

W. flavescens Dyer. Malayische Halbinsel. — Der Milchsaft ist harzreich, das Produkt klebrig und kann als Vogelleim verwendet werden. Schlechter, l. c., p. 327.

W. tenuiflora Dyer. Sumatra, Borneo. — Wird von P. van Romburgh als leidlich gute Kautschukliane bezeichnet. Jumelle, l. c., p. 393.

W. edulis Roxb. Ostindien. — Liefert den ostindischen Chittagong-Kautschuk. Muspratts, Techn. Chemie. 1892, p. 1055. Roxburgh, Flora indica III, p. 542.

W. martabanica Wall. Ostindische Küsten. — Palaykautschuk. Semler, l. c., p. 714.

Chilocarpus enervis Hk. f. Sumatra. — Liefert nach Schlechter nur vogelleimartige Substanz. Tropenpflanzer V, p. 326.

Carpodinus lanceolatus K. Sch. Südangola, Benguella. — Wurzelkautschuk. A. F. Moller, l. c., p. 188 u. II, p. 97. O. Warburg, l. c., III, p. 307. Jumelle, l. c., p. 358.

Carp. chylorrhiza K. S. Angola. — Wurzelkautschuk. O. Warburg, Tropenpflanzer VIII, p. 203.

Carp. Kilimandjarica Warb. Deutsch-Ostafrika. — Lianenkautschuk besserer Qualität. Tropenpflanzer VI, p. 35.

Carp. gracilis Stapf. Unterer Kongo. — Wurzelkautschuk. Reintgen, l. c., p. 163.

Carp. Landolphioides (Hall. f.) Stapf. Kamerun. — »Manjonga-Kautschuk.« Gilg: Notizblatt des kgl. bot. Gartens u. Mus. zu Berlin Nr. 43, 1908, s. oben bei *Landolphia Dawei Stapf.*, p. 447.

Carp. maximus Kilch. | *Carp. Jumellei Pierre.* Franz. Kongo. — Mindere Qualitäten von Lianenkautschuk. Jumelle, l. c., p. 357, 358.

Carp. utilis Chev. | *Carp. hirsutus Chev.* Elfenbeinküste. — Von Chevalier als Kautschukpflanze angegeben. Der Milchsaft von *C. hirsutus* gibt ein als »Accra Past« bezeichnetes Produkt, das häufig zur Verfälschung des Funtumia-Kautschuks verwendet wird. Tropenpflanzer XII, p. 598.

Hancornia speciosa Müll. Arg. (»Mangabeira« der Brasilianer.) Brasilien. — Pernambucokautschuk, Mangabeirakautschuk.

Holarrhena microterantha K. S. Dondoland. — (»piripiri.«) — Der Milchsaft, der an der Luft ohne Zutat koaguliert, wird aus den Blättern und Blattstielen gewonnen. Das Produkt ist wohl harzreich, doch bei sonstigen guten Eigenschaften praktisch verwertbar. Tropenpflanzer VII, p. 183.

Alstonia constricta F. v. M. Neusüdwales. — Kautschuk. Clouth, l. c., p. 30.

Alstonia Dürckheimiana Schlechter. Neukaledonien. — Schlechter fand in allen Teilen der Pflanze, selbst in den Blüten Milchsaft vor, der sich zu Kautschuk koagulieren ließ. Schlechter, Tropenpflanzer VII, 527.

A. plumosa Labill. var. villosa Seem. Fidschi-Inseln. — Minderwertiger Kautschuk. Semler, l. c., p. 715. Ref. Beiheft z. bot. Zentralbl. VIII, p. 379.

A. costulata Miq. (Dyera costulata Hook. f.). Borneo. — Liefert die »Getah Djelotong«.

A. eximia Miq. Sumatra u. Banka. — Liefert ebenfalls »Getah Djelotong«.

A. grandifolia Miq. Sumatra. — Liefert die »Getah Melaboeai«.

Werden nach P. v. Romburgh zur Fälschung echter Gutta verwendet. Tropenpflanzer IV, p. 466.

A. scholaris R. Ba. Ostindien. — Soll in dem eingetrockneten Milchsaft einen Ersatz für Guttapercha geben. Collins, Jahresber. f. chem. Technol. 1885, p. 1182. Semler, l. c., p. 715.

Dyera laxiflora Hook. f. Malakka.
Dy. Lowii Hook. f. Borneo, Sumatra.
Dy. costulata Hook. f. Borneo, Sumatra.
Dy. Maingayi King und Gamble. Borneo.

Liefern »getah Djelotong«. Jumelle, l. c., p. 65. — O. Warburg, Tropenpflanzer III, p. 531. Nach Warburg wird getah Djelotong nur zum Vermischen mit dem Milchsaft der *Willoughbya*-Arten verwendet.

Diplorhynchus mossambicensis Benth. Unterer Zambesi und Kongo. — Die Früchte geben reichlichen Milchsaft und das daraus gewonnene Produkt soll vorzügliche Guttapercha darstellen. Le Congo Belge 1901 Nr. 32, nach Tropenpflanzer V, p. 506.

Plectaneia elastica Jum. et Perrier. Madagaskar. — Kautschuk. Jumelle und H. Perrier de la Battie, »Le Caoutchouc et la Gutta-Percha« nach Tropenpflanzer XII, p. 200.

Pl. microphylla Jum. et Perr. Nord-Madagaskar. — (»mahavaa-havana.«) — Der Kautschuk ist von guter Qualität. Der Latex wird mit dem von Landolphien gemischt. Tropenpflanzer XVI, p. 104.

Tabernaemontana Thursioni Baker. Fidschi-Inseln. — Harter, wenig elastischer Kautschuk. Ref. im Beihefte z. bot. Zentralbl. VIII, p. 379.

Tab. stenosiphon Stapf. San Thomé. — Gibt guten Kautschuk, aber nur in sehr geringen Quantitäten. A. F. Moller, l. c., p. 189.

Tab. angolensis Stapf. San Thomé. — Kautschuk. A. F. Moller, l. c., p. 453.

Tab. crassa Benth. Westafrika. — Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 63.

Tab. Holstii K. Sch. Deutsch-Ostafrika. — Der Milchsaft gibt ein Produkt, das als Kautschuk nicht verwertbar, doch, wenn Guttapercha vorliegt, vielleicht verwendbar ist. »Der Pflanzer« 1906, Nr. 3, nach Tropenpflanzer X, p. 484.

Tabernaemontana aff. laeta Mart.
Tab. grandiflora Jacq.
Tab. amygdafolia Jacq.

Nicaragua. — (»Cojon de Berraco.«) — Aus den Früchten wurde eine guttapercha-ähnliche Substanz gewonnen, deren Verwendbarkeit noch nicht sichergestellt ist. Tropenpflanzer VI, p. 484.

Tab. Donnell Smithii Rose. Nicaragua, Salvador, Guatemala, Mexiko. — Die Früchte geben reichlich Milchsaft, der beim Kochen mit Wasser zu einer gelblich-weißen, später gelblich-braunen Masse koaguliert, die als Ersatz für Guttapercha dienen kann. Preuß, Tropenpflanzer V, p. 101.

Cerbera Odollam Gaertn. Nordwestaustralien, pazifische Inseln. — Der Milchsaft koaguliert an der Luft ohne Zutat und gibt ein kautschukähnliches, an den Bruchflächen in Fäden ausziehbares, klebriges Produkt. Die Fäden sind weder elastisch noch widerstandsfähig. Jumelle, l. c., p. 65.

Parameria glandulifera Benth. Südostasien. — Wird namentlich in franz. Indochina als Kautschukpflanze ausgebeutet und gibt einen vorzüglichen Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 413.

Ecdysanthera micrantha DC. Sikkim, Assam. — Gibt rötlichen Kautschuk guter Qualität. Jumelle, l. c., p. 420.

Ecd. pedunculosa Miq. Südliches China, Malayische Halbinsel. — Gibt nach P. v. Romburgh guten Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 427.

Micrechites napeensis Quint. Laos. — Nach Quintaret vorzüglichen Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 429.

Urceola elastica Roxb. Malakka, Borneo, Sumatra. — Die älteste aus Asien bekannte Kautschukpflanze: Borneokautschuk. Roxburgh, Asiat. Research. V, p. 157, und Flora indica III, p. 542 ff. Semler, l. c., p. 715.

Urc. esculenta Benth. (= Chavannesia esculenta DC.). Ostindien. — Rangoonkautschuk. Semler, l. c., p. 714. Muspratts Techn. Chemie 1893, p. 1055. Jumelle, l. c., p. 402.

Urc. brachysepala Hook. f. Malayische Halbinsel. — Soll nach Curtis guten Kautschuk geben. Schlechter hingegen gibt an, daß der von dieser Pflanze abstammende Kautschuk schlecht ist. Schlechter, Tropenpflanzer V, p. 326.

Urc. Maingayi Hook. f.
Urc. javanica Boerl.
Urc. acute-acuminata Boerl.
} Malayischer Archipel. — Geben guten aber wenig Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 405 und 406. Reintgen, l. c., p. 200.

Hymenolophus Romburghii Boerl. Westliches Sumatra. — Gibt guten Kautschuk, der zumeist vermengt wird mit dem von *Urc. Maingayi* und *Willoughbya firma.* Jumelle, l. c., p. 409.

Xylinabaria Reynaudi Jum. Mittel-Tonkin. — Der Kautschuk ist rötlich und von vorzüglicher Qualität. Jumelle, l. c., p 433.

Funtumia elastica Stapf (= Kickxia elastica Preuss.). Tropisches Westafrika. — Silkrubber von Lagos, Kickxia-Kautschuk.

Carruthersia scandens Seem. Fidschi-Inseln. — Minderwertiger Kautschuk. Ref. Beih. z. bot. Zentralbl. VIII, p. 379.

Mascarenhasia elastica K. Sch. Deutsch-Ostafrika. — Liefert den Myoa-Kautschuk, der im Handel Sansibars in Form von Bällen, denen ziemlich viel Rindenstückchen beigemischt sind, erscheint. O. Warburg, l. c., III, p. 220.

M. lisianthiflora DC.
M. anceps Boiv.
M. longiflora Jum.
M. utilis Bak.
} Madagaskar. — Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 366 ff.

M. sp. genannt »*herandrana à Analamazaotra*«. Madagaskar. — Der Kautschuk eignet sich besonders zur Vulkanisation und wird in Deutschland und Österreich vorzugsweise in der Ebonit-Fabrikation verwendet. Jumelle, l. c., p. 380.

M. Geayi Costantin et Poisson (»Kokomba«).
M. Kidroa Costantin et Poisson (»Kidroa«).
Südmadagaskar. — Wurzelkautschuk. Der Kautschuk wird durch Kochen in Wasser der in der Sonne getrockneten Wurzelrinde gewonnen. Compt. rend. 1907, p. 1053.

Chonemorpha macrophylla Don. Himalaya bis zur Seehöhe von 1500 m, Malayische Halbinsel. — Kautschuk sehr guter Qualität. Jumelle, l. c., p. 411.

Ichnocarpus xanthogalax Schltr. Neuguinea. — Kautschuk. E. Warburg, Tropenpflanzer XV, p. 544.

Forsteronia floribunda DC. Jamaika. — Lianenkautschuk. Tropenpflanzer XIII, p. 143.

Forst. gracilis Müll. Arg. Brit. u. Niederl. Guyana. — Lianenkautschuk. Reintgen, l. c., p. 141.

Bousigonia tonkinensis Ph. Eberh. Indochina. — Lianenkautschuk »Bull. Economique« Nr. 66 in Tropenpflanzer XII, p. 44.

7. Asclepiadaceen.

Tacazzea Brazzaeana Baill. Gabun. — Kautschuk. K. Schumann in Engler u. Prantl, l. c, IV, 2, p. 208.

Tac. apiculata Oliv. Engl. Sudan. — Der Milchsaft gibt eine harzreiche, guttaperchaähnliche Substanz. Rein, Tropenpflanzer XIII, p. 379.

Periploca nigrescens Afzel. Elfenbeinküste. — Kautschuk. Die Ansichten der französischen Forscher über den Wert dieser Liane der Kautschukpflanzen lauten sehr verschieden. Tropenpflanzer XII, p. 598.

Cryptostegia grandiflora R. Br. Indien, Réunion. In Indien kultiviert. — Palay-Kautschuk. Semler, l. c., 1. Aufl., p. 605. Jumelle, l. c., p. 262.

Crypt. madagascariensis Boj. Madagaskar. — Die Güte des Kautschuks variiert sehr nach dem Pflanzenteil, aus dem der Latex gewonnen wurde. Der Milchsaft der Basis des Stammes gibt durchweg guten Kautschuk, die oberen Teile hingegen liefern ein klebriges Produkt. Jumelle, l. c., p. 266.

Pentopetia elastica Seem. Madagaskar. (»Mavokely.«) — Der Kautschuk ist mittelmäßiger Güte. Tropenpflanzer XII, p. 548.

Raphionacme utilis Brown et Stapf. Westafrika. (»Ekanda.«) — Der Latex wird aus den Wurzelknollen gewonnen und durch künstliche oder Sonnenwärme koaguliert. Tropenpflanzer XIII, p. 294.

Asclepias stellifera Schlechter. Südafrika. — Die sehr langen und perennierenden Wurzeln liefern Kautschuk. Tropenpflanzer XIV, p. 163.

Calotropis gigantea R. Br.
Cal. procera R. Br.

Ostindien. — Kautschuk. (Cat. des Col. fr. p. 74.) Das Produkt, Mudargummi genannt, ist der Guttapercha ähnlicher als dem Kautschuk und soll als Ersatz für Guttapercha verwendet werden können. Collins, l. c., p. 1142; Semler, l. c., 2. Aufl., p. 746; O. Warburg, l. c., III, p. 310; Jumelle, l. c., p. 63.

Cynanchum ovalifolium Wight. Java. — Penangkautschuk nach Dr. Wallich; Semler, l. c., p. 714; Jumelle, l. c., p. 276.

Marsdenia tenacissima Wight et Arn. Westl. Himalaya, Birma, Malayische Halbinsel. — Nach Romburgh gibt der Milchsaft eine elastische, dem Kautschuk gleichende Substanz. Nach Ricardou wird in Penang der Milchsaft dieser Pflanze dem von *Cyn. ovalifolium* beigemengt. Jumelle, l. c., p. 271.

Marsd. verrucosa Den. Nordwest-Madagaskar. — »bokalahy.« Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 274.

Secamonopsis madagascariensis Jum. (»Angalora«).
Kompitsia elastica Constant. et Gallam. (»Kompitso«).

Südwesten von Madagaskar. — Kautschuk. Jumelle, »Le Caoutchouc et la Guttapercha«. 1908, in Tropenpflanzer XII, p. 598.

8. Campanulaceen.

Siphocampylos Cautschuk G. Don (= Lobelia Cautschouc Humb.). Peru, Kolumbien. — Soll in Peru zur Kautschukgewinnung herangezogen werden. Kunth, Nova genera et species plant (Voyage de Humboldt et Bonpl. VII), T. III, p. 304. Jumelle, l. c., p. 60.

Siph. Jamesonianus DC. Ekuador. — Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 60. Semler, l. c., p. 708.

Siph. tupaeformis Zahlbr. Bolivia. — Kautschuk. Jumelle, l. c., p. 543.

9. Kompositen.

Parthenium argentatum A. Gr. Nordmexiko. — Guayule-Kautschuk. Endlich, Tropenpflanzer IX, p. 233 ff.

Actinella Cooperi A. Gr. Mexiko. — In den Vereinigten Staaten wurde versucht, auch aus dieser Composite Kautschuk zu gewinnen, doch ohne besonderen Erfolg. Endlich, Tropenpflanzer IX, p. 237.

Von O. Zürcher wurde versucht, aus den Früchten der Banane *(Musa sapientum L.* und *M. paradisiaca L.)* Kautschuk zu gewinnen[1]). Über die Gewinnungsart s. unten bei Gewinnung des Kautschuks. — In Südaustralien (Bez. Coorong) fand man im Jahre 1861, im Sande liegend, eine später auch im Handel erschienene Substanz, Coorongit, welche alle Eigenschaften des gewöhnlichen Kautschuks besitzt. Nach den Untersuchungen von Bernay ist dieser Körper jedoch mineralischen Ursprungs und steht dem Petroleum näher als dem Kautschuk[2]).

II. Die kautschukhaltigen Milchsäfte.

Unsere Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung des frischen Milchsaftes, Latex, der Kautschuk- und Guttaperchabäume sind derzeit noch immer mangelhaft, wenn auch eine Reihe sehr wertvoller Untersuchungen, die mit einzelnen teils frischen, teils konservierten Milchsäften angestellt wurden, vorliegt.

Die erste Analyse eines Milchsaftes wurde von Fourcroy im Jahre 1791 ausgeführt[3]). Dem Berichte von A. Slingervoet Ramondt über Fourcroys Untersuchungen ist zu entnehmen, daß Fourcroy aus dem Milchsafte von *Hevea guyanensis* den Kautschuk durch gelindes Erwärmen oder durch Hinzufügung von Säuren abscheiden konnte. Die übrig bleibende klare Flüssigkeit hinterließ beim Eindampfen gelbe, hygroskopische Kristalle, welche nach dem Umkristallisieren aus Alkohol lange, weiße Nadeln gaben, die durch Erhitzen in Kohlensäure und Pyroschleimsäure zerfielen. Fourcroy teilt weitere Beobachtungen über die Löslichkeit des Kautschuks und über dessen Zersetzungsprodukte bei trockener Destillation und nach Behandlung mit Salpetersäure, dann über die Ursachen des Abscheidens und Festwerdens des Kautschuks mit. Angaben über das Vorkommen von Eiweiß im Milchsafte wurden von Fourcroy nicht gemacht.

Später, 1826, untersuchte Faraday einen Milchsaft, der aus Südamerika in verschlossenen Gefäßen nach Europa gesendet wurde und von dem bekannten Kautschukbaum *Hevea brasiliensis* stammte[4]). Der Saft war gelb, hatte Rahmkonsistenz, roch nach saurer Milch und gerann beim Erhitzen und durch Hinzufügen von Alkohol. Die Dichte betrug

1) O. Zürcher in London (D. R. P. 101, 325, Cl. 39 v. 30. Dez. 1896), Zeitschr. f. angew. Chemie. 1899, p. 384.

2) Chem. Zentralblatt. 1872, p. 623.

3) Fourcroy, Annales de Chim., T. XI, 1791, p. 225 nach A. Slingervoet Ramondt: Zur Geschichte der Kautschukforschung. Dresden 1907, p. 2.

4) The Quaterly Journ. of Science, Liter. and arts XI, p. 19.

1,01174 bei mittlerer Temperatur. Die chemische Untersuchung hatte folgendes Ergebnis geliefert:

Kautschuk	31,70 Proz.
Wachs und Bitterstoff	7,13 »
In Wasser lösliche, in Alkohol unlösliche Substanzen (Gummi?)	2,90 »
Gelöstes Eiweiß	1,90 »
Wasser, Essigsäure, Salze	56,37 »

Da der Milchsaft in gut verschlossenen (versiegelten) Gefäßen den Transport durchmachte, so dürfte die gefundene Wassermenge jener des natürlichen Latex nahe gekommen sein. Die stark saure Reaktion des untersuchten Saftes ist jedoch gewiß nur die Folge einer eingetretenen Zersetzung. Frischer Milchsaft unserer Euphorbien hat nur eine eben merklich sauere Reaktion, wird aber nach längerem Stehen stark sauer. Alle in der Folge untersuchten Milchsäfte von Kautschukpflanzen zeigten schwach saure, oder saure, niemals stark saure Reaktion, mit Ausnahme jener *Hevea*-Latices, die einerseits von Henri[1]), andererseits von Clayton Beadle und Dr. P. Henry Stevens[2]) untersucht wurden und bei denen sich schwachalkalische Reaktion ergab. Die beiden letztgenannten Beobachter führen übrigens an, daß diese Reaktion nicht unveränderlich ist; es kann der Latex zuweilen neutral und sogar auch »schwach sauer« reagieren. Nachdem nun auch Molisch in den von ihm untersuchten 42 Milchsäften der verschiedensten Gewächse niemals alkalische, sondern nur saure (schwach saure) oder neutrale Reaktion gefunden hat[3]), so läßt sich annehmen, daß die frischen Latices der Kautschukbäume für gewöhnlich saure, meistens schwach saure Reaktion besitzen werden.

Adriani[4]) untersuchte den frischen Latex von *Ficus elastica*; seine Untersuchungen sind um so bemerkenswerter, als sie an Milchsäften von verschiedenen Teilen der Pflanze angestellt wurden. Adriani fand den Latex von saurer Reaktion und in den oberen Teilen der Pflanze ärmer an festen Bestandteilen als in den unteren. Der Saft aus der durchschnittenen Endknospe einer 2,7 m hohen Pflanze gab 17,7 Proz. feste Bestandteile, dicht über der Endknospe gesammelt: 20,98 Proz. und der aus einem 30 cm unter dem Boden befindlichen Blattstiel

1) Le Caoutchouc et la Guttapercha. 1906, Nr. 27, p. 511.

2) »Untersuchung über die Natur und die Eigenschaften des *Hevea*-Latex« Gummiwelt. 1912, Nr. 47, p. 420.

3) Molisch, Studien über den Milchsaft und den Schleimsaft der Pflanzen. 1901, p. 44.

4) Verhand. over de Guttapercha en Caoutschouc. Utrecht 1850. — Jahresber. über die Fortschritte der Chemie. 1851, p. 520.

stammende Milchsaft: 25,15 Proz. Die Zusammensetzung des Milchsaftes aus einer Endknospe ist nach Adriani folgende:

Wasser	82,30 Proz.
Kautschuk	9,57 »
In Alkohol lösliches, aber nicht in Äther lösliches Harz	1,58 »
Magnesiasalz einer organischen Säure .	0,36 »
In Wasser lösliche, nicht näher bestimmte Substanz	2,18 »
Dextrin (?), Kalk und Natriumsalze . .	Spuren

Wiesner[1] hat in den Milchsäften von *Euphorbia Cyparissias L.* und *E. platyphylla L.* folgende Körper nachgewiesen: Wasser, Harz, Kautschuk, ätherisches Öl, Weinsäure, Apfelsäure, ein Chromogen und Mineralbestandteile.

Von G. Henke wurden die Milchsäfte von 21 verschiedenen *Euphorbia*-Arten, darunter *Euphorbia resinifera Berg* und *Euph. Cattimandao W. Elliot* einer analytischen Untersuchung unterzogen[2]. Als gemeinsame Bestandteile aller 21 Milchsäfte gibt Henke an: Euphorbon ($C_{20}H_{36}O$), Apfelsäure (stets als Calciumsalz), Stärke und kautschukähnliche Körper.

Der Milchsaft der für Westafrika wichtigen Kautschukpflanze: *Kickxia elastica Preuß = Funtumia elastica Stapf* wurde von Spence untersucht[3]. Der vorgelegene Latex reagierte sauer, hatte eine Dichte von 0,990 und enthielt:

Wasser	76,20 Proz.
Reinkautschuk	19,85 »
Harze oder azetonlösliche Anteile . . .	2,00 »
Organische Kristalloide (Zucker, organische Säuren, gewisse N-Verbindungen) . .	1,39 »
unlösliche Bestandteile (hauptsächlich Proteinsubstanzen)	0,36 »
Mineralsubstanz (K, Fe, Ca, Mg als Phosphate, Sulfate, Oxalate)	0,266 »

Der Latex einer zweiten *Kickxia*-Art, *K. africana Benth.*, welche wohl nach Preuß[4] und Henriques[5] keinen brauchbaren Kautschuk

1) Weiß u. Wiesner, l. c., 1861, p. 41; 1862, p. 125.

2) Über den Milchsaft einiger Euphorbiaceen. Archiv de Pharm. **24,** p. 229 bis 258. — Jahresber. f. Agrikulturchemie. 1886, p. 317.

3) Chem. Zentralbl. 1908, I, p. 742.

4) Über das Auffinden der ersten Kautschuk liefernden *Kickxia africana Benth.* in Kamerun. Tropenpflanzer **3,** p. 70.

5) Über *Kickxia*-Kautschuk, Tropenpflanzer **3,** p. 257.

liefert, wurde von Fickendey (Kamerun) untersucht[1]) und in demselben keine Eiweißstoffe, wohl aber Peptone gefunden.

Eine ähnliche Beobachtung hatte schon viel früher J. R. Green gemacht[2]). Von genanntem Forscher wurden Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweißkörpern in Milchsäften angestellt und gefunden, daß in dem Latex von *Parameria glandulifera Benth.*, *Manihot Glaziovii Müll. Arg.* eine dem Pepton ähnliche Substanz, die durch Pepsinwirkung in Pepton übergeht und in dem der letztgenannten Pflanze auch noch ein Globulin enthalten ist. Fickendey bringt seinen Befund über die Zusammensetzung des Latex von *K. africana* in eine Beziehung zur Koagulationsfähigkeit dieses Milchsaftes.

Es liegt noch eine Reihe ausgezeichneter Untersuchungen vor, die von verschiedenen Gesichtspunkten aus an verschiedenen Milchsäften angestellt wurden; es sei hier hingewiesen auf die Milchsaftstudien von C. O. Weber, de Jong und Harries. C. O. Weber untersuchte den Milchsaft von *Castilloa elastica* direkt am Gewinnungsort. Der Latex war weiß, verfärbte sich beim Stehen an der Luft ins Gelbbraune und enthielt 7 Proz. Eiweiß[3]). De Jong gibt für *Castilloa*-Latex außer Kautschuk noch folgende Bestandteile an: Eiweißkörper, Gerbsäuren, eine Säure ($C_{17}H_{30}O$ x, Kaliumchlorid, Zucker und einen Körper, der sich in neutraler Lösung grün färbt[4]). Harries fand in den von ihm untersuchten Milchsäften von *Ficus elastica* und *F. magnoloides Borci*: Kautschuk, eiweißartige Substanz, reduzierende Zucker und kristallisierbare O-haltige Verbindungen (albanartige Körper[5]). Die wahrscheinlich keinem kautschukhaltigen Milchsaft fehlenden Zuckerarten werden von Harries in einen genetischen Zusammenhang mit der Entstehung des Kautschuks gebracht.

Aus den oben angeführten Beobachtungen über die Zusammensetzung der Milchsäfte der Kautschuk- und Guttaperchabäume ergibt sich, daß als wesentliche Bestandteile der meisten Milchsäfte anzusehen sind: Wasser, Kautschuk (Guttapercha), Eiweiß bzw. peptonartige Körper, Zuckerarten, Harze und Mineralsalze.

Der Gehalt an Kautschuk in den kautschukführenden Milchsäften ist ein sehr verschiedener. In dem Latex von *Hevea brasiliensis* sind nach Semler[6]) und O. Warburg[7]) enthalten: in 100 Teilen Milchsaft

1) Zur Kenntnis des Milchsaftes von *Kickxia africana*. Tropenpflanzer **13**, p. 203 ff.

2) Lond. R. Proc. XL, p. 28, im Jahresber. über die Fortschritte der Chemie 1886, p. 1803.

3) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **36**, p. 3109, 3110.

4) Ebenda **37**, p. 4398.

5) Ebenda **37**, p. 3842. — Chem. Zentralbl. 1904, II, p. 1612.

6) Tropische Agrikultur, 2. Aufl., II, p. 693.

7) Tropenpflanzer **2** (1898), p. 303.

32 Teile Kautschuk (neben 56 Teilen Wasser und 12 Teilen organischer Substanz und Mineralsalze). Nach Aimé Girard[1] beträgt der Kautschukgehalt von *Hevea* (Para) 42,6 Proz., von *Castilloa* (Nicaragua) 32,3 Proz., von *Hancornia* (Pernambuco) 31,6 Proz., von *Ficus elastica* (Algier) 17,3 Proz., von *Fic. macrophylla* (Algier) 37,5 Proz. Die bisher untersuchten Milchsäfte der Gattung *Euphorbia* sind verhältnismäßig kautschukarm, hingegen stets reich an Harzen (s. die oben mitgeteilten Angaben von Wiesner und Henke). In dem Milchsafte der *Euphorbia gregaria Marloth* wurde nach den im pharmazeutischen Institut der Universität Berlin ausgeführten Untersuchungen gar kein Kautschuk aufgefunden (Notizbl. d. kgl. bot. Gartens u. Museums zu Berlin-Dahlem, 1911, Nr. 48, p. 236). Bemerkenswert ist, daß unter den sonst kautschukreichen Milchsäften der Moraceen ein Milchsaft aufgefunden wurde, dessen Analyse gleichfalls keinen Kautschuk ergab; es ist dies der überaus giftige Milchsaft von *Antiaris toxicaria Leschenault* (Upas-Baum[2]).

Der Kautschukgehalt des Latex hängt in erster Linie von der Pflanzenart ab; er ändert sich weiter mit dem Alter der Pflanze, mit der Jahres- und Tageszeit, in welcher der Milchsaft gewonnen wurde, mit der Bodenbeschaffenheit und mit den klimatischen Verhältnissen. Alle kautschuk- und guttaperchaliefernden Pflanzen gehören der tropischen Flora an. Das wesentlichste Agens bei der Entstehung des Kautschuks aus den im Latex vorkommenden Muttersubstanzen ist wohl die tropische Sonne, wobei jedoch die Umwandlung weniger durch die Wärme als durch die Strahlenwirkung der Sonne bedingt zu sein scheint[3]). In einem gewissen Gegensatz zu dem erwähnten Abhängigkeitsverhältnis des Kautschukgehaltes der Milchsäfte stehen die jüngsten, interessanten Untersuchungen Wiesners, denen zufolge »das bisher beobachtete Verhältnis von Kautschuk zu Harz in den Milchsäften der *Euphorbia*-Arten sowohl von der geographischen Breite als von dem spezifischen Charakter des Standortes unabhängig ist«[4]).

---

1) Chem. Zentralbl. 1898, II, p. 986. — Die Beobachtungen Aimé Girards wurden aus dessen hinterlassenen Schriften von L. Lindet veröffentlicht. Bull. Soc. chim. XIX, p. 812—813.

2) H. Kiliani, Über den Milchsaft von *Antiaris toxicaria*, Arch. d. Pharm. **234**, p. 438, im Jahresber. f. Agrikulturchemie. 1896, p. 313.

3) Ditmar, Die Analyse des Kautschuks, Guttapercha und Balata. 1909, p. 25. — Vgl. auch K. Ehrhardt, Die geogr. Verbreitung der für die Industrie wichtigen Kautschuk- und Guttaperchapflanzen. Halle a. d. S., 1903, p. 54—67.

4) J. v. Wiesner, Über die chem. Beschaffenheit des Milchsaftes der *Euphorbia*-Arten, nebst Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen der chem. Zusammensetzung und der systematischen Stellung der Pflanzen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien. CXXI, Abt. 1, 1912, p. 18.

Nach Adriani (l. c.) erscheint der frische Latex der Kautschuk- und Guttaperchabäume unter dem Mikroskop als helle Flüssigkeit, in welcher kleine Kautschukbläschen oder Kautschukkügelchen suspendiert sind. In dem Milchsaft von *Ficus elastica* sind diese Kautschukkügelchen — von Ditmar werden sie Globuloide genannt[1]) — klarflüssige Tropfen, die nach Preyer von einer Eiweißhülle umgeben sind[2]). Auch die Globuloide des *Castilloa*-Latex sollen nach C. O. Weber eine Eiweißhülle besitzen[3]). Die Angaben über die Größe der Globuloide haben nur relativen Wert, da bei den betreffenden Messungen unter Mikroskop ganz gewiß auch Harzkügelchen oder Fetttröpfchen mit einbezogen wurden und es heute noch nicht gelungen ist, die chemische Natur der geformten Latex-Bestandteile: Kautschuk, Harz, Fett mit voller Sicherheit unter Mikroskop zu erweisen[4]). Jedenfalls scheint sicher zu sein, daß die Größe der Globuloide nach Herkunft des Milchsaftes verschieden ist; so beträgt nach Fickendey die Größe der Globuloide im Latex von *Castilloa elastica* und *Ficus elastica* 2—3 μ, von *Sapium sp.* 0,5—4 μ (häufigster Wert 2—3 μ), von *Hevea brasiliensis* 0,5—1 μ (einzelne Globuloide auch bis 2 μ) und von *Kickxia africana* 0,5—1 μ (einzelne auch unter 0,5 μ[5]). Die Globuloide zeigen, wenn sie eine bestimmte Größe (2—3 μ) nicht überschreiten, lebhafte Brownsche Molekularbewegung, die bei Zusatz von Säuren, Salzlösungen, aufgehoben wird.

Die Frage, ob der Kautschuk im Globuloid des Latex präexistiert oder nicht, ist derzeit noch nicht gelöst. C. O. Weber nimmt auf Grund seiner an frischem *Castilloa*-Saft angestellten Beobachtungen an, daß im Globuloid flüssige Kohlenwasserstoffe (ein Diterpen) enthalten sind, die erst beim Koagulationsprozeß durch Polymerisation in den Kautschuk übergehen[6]). Harries hingegen und mit ihm eine Reihe anderer Forscher schließen aus den diesbezüglichen Untersuchungen, daß Webers Annahme unhaltbar und der Kautschuk bereits im Latex, wenn auch nicht in der hochmolekularen Modifikation, vorhanden sei[7]).

In den Milchsäften der Euphorbien treten neben den überaus kleinen, auf Zusatz von Äther quellenden Globuloiden zahlreiche kleine, stab- oder bis notenförmige Stärkekörnchen auf. Molisch beobachtete in denselben Milchsäften noch Leukoplasten, in anderen von ihm untersuchten Säften Kristalloide, dann Kristalle aus proteinähnlichen Körpern

1) Ditmar, Der Kautschuk, eine kolloidchem. Monographie. Berlin 1912, p. 4.
2) A. Preyer, Über Kautschukbereitung. Tropenpflanzer **3,** p. 327.
3) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **36,** p. 3108.
4) Molisch, l. c., p. 53.
5) Fickendey, l. c., p. 203.
6) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **36,** p. 3108.
7) Ebenda **37,** p. 3842.

in Vakuolen liegend, Öltröpfchen mitunter in großer Menge in Eläoplasten oder in Vakuolen[1]).

Sowie die Milchsäfte unserer Euphorbien an der Luft ihre Farbe ändern und gewöhnlich rötlich werden, so scheinen auch die Latices der Kautschuk- und Guttaperchabäume erst in Berührung mit der Luft jene Färbungen (gelblich, gelbbraun, rötlich) anzunehmen, die ihnen im unveränderten Zustande zugeschrieben werden. Da in einigen Milchsäften Oxydasen nachgewiesen wurden[2]), so dürfte deren Verfärbung an der Luft durch Wirkung oder unter Vermittlung genannter Enzyme hervorgerufen werden. Der frische Latex von *Hancornia speciosa* besitzt eine blaßrosa Färbung infolge von Beimischung eines in der Rinde vorkommenden Farbstoffes[3]).

Die milchsaftführenden Elemente (Milchröhren, Milchsaftschläuche) finden sich bei den kautschuk- und guttaperchaführenden Pflanzen vorzugsweise in der primären und sekundären Rinde der Achse, im Marke, seltener im Holze vor; im letzteren Gewebe erfüllt der Milchsaft häufig auch die Gefäße[4]). Die Anordnung des ganzen Milchröhrensystems, insbesondere der Umstand, ob die einzelnen Milchröhrensysteme miteinander verbunden sind oder nicht, hat für die Methode der Gewinnung des Latex große Bedeutung. Nicht in Milchröhren, sondern in eigentümlichen, langgestreckten Idioblasten kommt der Milchsaft bei einer großen Zahl von Arten, die den Familien der Hippocrateaceen[5]) und Celastrineen[6]) angehören, vor. In dem Pallisadengewebe der Blätter genannter Pflanzenfamilien treten auch die sogenannten »Kautschukkörperchen« auf, deren Natur noch nicht näher aufgeklärt ist. Auch der in neuerer Zeit bekannt gewordene »Mistelkautschuk«[7]) findet sich nicht in Milchröhren, sondern im Milchsafte charakteristischer Parenchymzellen der Fruchtwand von *Struthantus*- und *Phthirusa*-Arten vor[8]). Ebenso ist in dem *Guayule*-Strauch: *Parthenium argentatum Gray* der Milch-

1) Molisch, l. c., p. 17—39.

2) C. O. Weber, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **36,** p. 3119. — Molisch, l. c., p. 61—67.

3) O. Warburg, Mangabeirakautschuk. Tropenpflanzer **3,** p. 150.

4) Oesterle, Pharmakognostische Studien über Guttapercha. Bern 1893, p. 44 bis 49. — O. Chimani, Unters. über Bau und Anordnung der Milchröhren. Bot. Zentralbl. 1893, Nr. 9—13. — de Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. 1877, p. 447—454.

5) F. E. Fritsch, Unters. über das Vorkommen von Kautschuk bei einigen Familien der Hippocrateaceen. Beih. z. bot. Zentralbl. 1902, p. 283 ff.

6) A. Metz, Anatomie der Laubblätter der Celastrineen mit bes. Berücksichtigung des Vorkommens von Kautschuk. Beih. z. bot. Zentralbl. 1903, p. 309 ff.

7) O. Warburg, Die Kautschukmisteln. Tropenpflanzer. 1905, Nr. 15.

8) Iltis, Über das Vorkommen u. die Entsteh. d. Kautschuks bei den Kautschukmisteln, Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CXX, Abt. 1, 1911.

saft nicht in Milchröhren, sondern in Grundgewebszellen der Markstrahlen, primären Rinden und des Holzparenchyms enthalten[1]). Interessant ist, daß von Chimani an der Epidermis der Zweige von *Castilloa elastica* Trichome in größerer Zahl aufgefunden wurden, die von Milchsaft erfüllt sind[2]).

Über die physiologische Funktion des Milchsaftes wurden von verschiedenen Forschern verschiedene Ansichten geäußert. Nach der Ansicht der einen ist der Milchsaft als Exkret zu betrachten, das dem Wundverschluß und zum Schutze der Pflanze gegen Insekten und andere kleine Tiere dient[3]). Nach der Meinung anderer wäre der Milchsaft ernährungsphysiologisch tätig. Letzterer Ansicht schließt sich auch Molisch an, der in seiner ausgezeichneten, hier mehrfach zitierten Studie über die Milchsäfte auf den bisher nicht beachteten Umstand hinweist, daß die oft außerordentlich feine Verteilung und die daraus resultierende ungeheuere Oberflächenvergrößerung der Milchsaftkügelchen vielleicht in der physiologischen Leistung des Milchsaftes eine Rolle spielt, insofern, als dadurch die Absorption von Gasen, chemische Reaktionen und damit der Stoffwechsel in hohem Grade begünstigt werden[4]). Ditmar nimmt auf Grund eigener Beobachtungen sowie mit Bezug auf jene von Harries und D. Spence an, daß der Kautschuk als eine Art Reservestoff aufzufassen sei[5]).

Die Milchsäfte unserer Euphorbien koagulieren schon beim Stehen an der atmosphärischen Luft. Setzt man etwas Ammoniak zu und rührt durch, so tritt kein Gerinnen ein. Nach A. Preyer übt jedoch Ammoniak keine konservierende Wirkung auf den Milchsaft aus[6]) und Molisch gibt an, daß namentlich gerbstoffhaltige Milchsäfte, z. B. die der *Musa*-Arten und vieler Aroideen bei Zusatz von Ammoniak momentan erstarren[7]).

Wenn der Milchsaft der Kautschukbäume sich selbst überlassen bleibt, so scheidet sich an der Oberfläche eine breiige, rahmartige Masse ab, welche durch Auswaschen und Pressen oder Kneten in eine zähe, elastische Substanz (Rohkautschuk) verwandelt werden kann. Die Gerinnung kann in gewissen Fällen durch Erwärmen, in anderen durch Zusatz einer Säure, Salzlösung usw. beschleunigt werden. Der im Latex

1) H. Ross, Der anatomische Bau der mexikanischen Kautschukpflanze »Guayule«, *Parthenium argentatum Gray*. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1908, XXVIa.

2) Chimani, l. c., p. 452.

3) Kniep, Über die Bedeutung des Milchsaftes der Pflanzen. Flora. 1905, p. 192 ff.

4) Molisch, l. c., p. 80.

5) Ditmar, Analyse des Kautschuks, p. 36.

6) A. Preyer, l. c., p. 452.

7) Molisch, l. c., p. 60.

vor sich gehende, die Ausscheidung des Kautschuks bedingende Vorgang wird als Koagulierung bezeichnet. Die verschiedenen Koagulationsmethoden, durch welche die Qualität des Kautschuks in hohem Grade beeinflußt wird, spielen begreiflicherweise bei der Gewinnung des Kautschuks aus dem Latex eine große Rolle und es werden dieselben in einem besonderen Abschnitte noch näher erörtert werden.

Was den Verlauf des Koagulationsprozesses betrifft, so muß bemerkt werden, daß dieser ein sehr verwickelter ist und bei Milchsäften verschiedener Herkunft in verschiedener Weise sich abspielt. Die Ansichten, die auf Grund der bald von theoretischen, bald von praktischen Gesichtspunkten aus gedeuteten Untersuchungen ausgesprochen wurden, divergieren heute noch derart, daß es schwer möglich ist, ein abschließendes Urteil über den Verlauf des Koagulationsprozesses zu fällen. Jedenfalls scheint sicherzustehen, daß die chemische Zusammensetzung des Milchsaftes und vielleicht auch die Größe der Globuloide die Koagulierung in hohem Grade beeinflussen [1]).

III. Gewinnung und Verwendung der Körper der Kautschukgruppe.

A. Kautschuk.

Diese in industrieller Beziehung so wichtig gewordene Substanz wurde seit undenklichen Zeiten von mehreren Indianerstämmen Brasiliens und Guyanas dargestellt und zu verschiedenen Zwecken, namentlich zur Verfertigung von Gefäßen, Schuhen, Fackeln und Spielbällen benutzt [2]). Auch die Urbewohner Ostindiens scheinen seit alter Zeit den Milchsaft von *Ficus elastica*, einer von den Kautschukbäumen Südamerikas völlig verschiedenen Pflanze, zur Verfertigung von Fackeln und zur Ausdichtung von Körben, die zur Aufbewahrung von Flüssigkeit bestimmt sind, verwendet zu haben [3]).

Der erste, welcher in Europa die Aufmerksamkeit auf diese merkwürdige Substanz lenkte, war Ch. M. de la Condamine. Dieser Forscher bereiste als Leiter der Expedition zur Messung eines Meridiangrades die Äquatorgegenden Südamerikas und sandte 1736 von Quito aus an

1) Ditmar, l. c., p. 27. — C. O. Weber, Ber. d. d. chem. Gesellsch. **36,** p. 3108. — Jong und Tromp de Haas, Ebenda **37,** p. 3298. — Harries, Ebenda **37,** p. 3842. — Hinrichsen und Kindscher, Ebenda **42,** p. 4329. — Hinrichsen und Memmler, Der Kautschuk und seine Prüfung. 1910, p. 13—19. — G. Flamant, Le Caoutchouc et la Gutta **9,** 1912, p. 5939. — Fickendey, l. c., p. 205 ff.

2) Böhmer, Techn. Geschichte der Pflanzen. 1794, II, p. 370.

3) Roxburgh, Flora indica III, p. 472 ff.

die Pariser Akademie »einige Rollen einer schwärzlichen, klebrigen Masse, die in dieser Stadt unter dem Namen »caoutchouc« bekannt ist« [1]). Der Bericht, welcher dieser Sendung beigegeben war, wurde seiner Zeit in den Schriften der Akademie nicht veröffentlicht, wohl aber später, im Jahre 1751, eine ausführliche Abhandlung, in welcher von de la Condamine auf Grund der eigenen Beobachtungen, sowie jener, die von dem Ingenieur Fresneau in französisch Guyana angestellt wurden, die Eigenschaften des südamerikanischen Kautschuks und zwar jener Sorte, welche auch gegenwärtig noch die wichtigste von allen südamerikanischen Kautschuksorten ist und Parakautschuk genannt wird, beschrieben und Mitteilungen über die Gewinnungsweise und die Verwendung des Kautschuks bei den Eingeborenen gemacht werden. Der von Fresneau als Kautschukpflanze entdeckte Baum wurde 1762 von Fuset-Aublet als *Hevea guyanensis* beschrieben.

Obwohl die Eigenschaften des Kautschuks im großen und ganzen richtig erkannt wurden — Ingen-Housz hatte 1780 bei Durchführung seiner gasometrischen Versuche sich Kautschukröhren bedient [2]) — wurde bis zum Anfange des 19. Jahrhunderts der Kautschuk in Europa beinahe nur zum Auswischen von Bleistiftlinien verwendet [3]). Außerdem machte man gelegentlich aus Kautschuk wasserdichte Kleider von höchst unangenehmem Geruch, Schuhe, mit denen man aber in der Sonne nicht gehen durfte, weil sie sonst an den Füßen klebten, dann Röhrchen, Tabaksbeutel, Gummipuppen u. a. m. [4]). In dieser Zeit war der Bedarf an Kautschuk mit 400 t jährlich gedeckt. Seither hat sich aber die Verwendungsweise des Kautschuks außerordentlich vervielfältigt und insbesondere, seitdem es 1840 Goodyear gelang, den Hartkautschuk darzustellen und durch Vulkanisieren seine Elastizität innerhalb weiterer Temperaturgrenzen konstant zu erhalten, wurde der Kautschuk vielen Klein- und Großgewerben so nützlich, ja unentbehrlich, daß er gegenwärtig zu den wertvollsten und wichtigsten, industriell verwertbaren Rohstoffen des Pflanzenreiches gehört.

Die Steigerung der Kautschukproduktion bei möglichster Schonung der Bäume ist für die Länder, welche diesen Körper in den Handel setzen, von um so größerer Wichtigkeit, als wohl wenige Rohstoffe existieren, die ihrer Eigenschaften wegen so schwer ersetzlich sind als Kautschuk und die nahe verwandte Guttapercha und Balata.

---

1) Nach Jumelle, Les Plantes à Caoutchouc et à Gutta. 1903, p. 4 ff.

2) Wiesner, Jan Ingen-Housz. Wien 1905, p. 75.

3) Auf diese Eigenschaft macht Maghellan zuerst aufmerksam. Böhmer, l. c., II, p. 363. Hier auch Mitteilungen über die damals nicht berücksichtigten Vorschläge zur Verwendung des Kautschuks.

4) Henriques, Der Kautschuk und seine Quellen, p. 7.

Der Verbrauch an Kautschuk ist in den letzten Jahrzehnten ganz enorm gestiegen. Im Jahre 1899 betrug der Weltverbrauch bereits 45000 t[1]) und im Jahre 1910/11 sogar 74082 t[2]). Dieser im Laufe von 50 Jahren zu einer früher ungeahnten Höhe gestiegene Verbrauch an Kautschuk hat die natürliche Folge gehabt, daß man in vielen Ländern der Tropenwelt sich bestrebte, Kautschuk zu produzieren. Man trachtete dies auf verschiedenen Wegen zu erreichen: durch Auffindung neuer Kautschukbäume, durch rationelle Kultivierung der Kautschukbäume in den Heimatländern, durch Einbürgerung der bekannten Bäume in anderen Ländern und endlich durch Darstellung des Kautschuks auf künstlichem Wege.

Die oben mitgeteilte Zusammenstellung der kautschukliefernden Pflanzen zeigt, wie erfolgreich sich der erstgenannte Weg erwies. Es sind wohl nicht alle dort aufgezählten Kautschukbäume — ihre Zahl beläuft sich auf mehr als 220 — zur Herstellung des Handelsproduktes von Wichtigkeit geworden, aber doch einige darunter, namentlich *Hevea brasiliensis* und *guyanensis*, *Manihot Glaziovii* in Brasilien, *Castilloa elastica* in Zentralamerika, *Urceola elastica*, *Ficus elastica* und *Willoughbya firma* in Ostindien, *Landolphia*- und *Carpodinus*-Arten in Afrika, *Funtumia (Kickxia elastica)* Westafrika.

Unter den genannten Pflanzen stehen die *Hevea*-Arten und *Ficus elastica* an Bedeutung obenan, nicht nur der Menge und Güte des Kautschuks wegen, sondern auch aus historischen Gründen. Betreffs der *Hevea* wurde schon oben diesbezügliches mitgeteilt. Das Verdienst, den Kautschukfeigenbaum, *Ficus elastica* der Industrie dienstbar gemacht zu haben, gebührt dem berühmten Erforscher der indischen Flora Roxburgh. In seinem, der indischen Flora gewidmeten, hier oft zitierten Werke erzählt er, auf welche Art er zur Entdeckung des indischen Kautschuks kam. Im Jahre 1810 erhielt er von einem Mr. Rich. Smith aus Silhet einen mit Honig gefüllten Korb. Das Flechtwerk desselben war innen mit einer Substanz ausgedichtet, welche in allen ihren Eigentümlichkeiten mit dem südamerkanischen Kautschuk übereinstimmte. Da Smith in seinem Schreiben an Roxburgh ausdrücklich bemerkte, daß der Korb innen mit dem Safte eines Baumes bestrichen sei, der auf den Bergen nordwärts wild wächst, verfolgte Roxburgh die Sache und machte den indischen Kautschukbaum ausfindig, den er als *Ficus elastica* beschrieb. Seit dieser Zeit wird dieser Baum in Indien stark kultiviert.

Die Einbürgerung und Kultur der Kautschukbäume in fremden Ländern läßt man sich schon seit vielen Jahren angelegen sein. Das Verdienst, die erste Anregung auf dem Gebiete der Kautschukkultur gegeben

1) Henriques, l. c., p. 7.

2) Tropenpflanzer **15,** 1911, p. 581.

zu haben, gebührt dem botanischen Garten zu Kew[1]). Auf Veranlassung des Direktors jenes Gartens schickte die englische Regierung einen Reisenden, Mr. H. A. Wickham, nach dem Amazonenstrom, um die Samen von *Hevea brasiliensis* zu sammeln. Diesem gelang es auch im Jahre 1876, etwa 70000 Samen der Pflanze zu erhalten. Die Samen wurden nach Kew gesandt, die daselbst erzielten Keimlinge (es keimten $3^3/_4$ Proz., ein immerhin günstiges Resultat, da die Keimkraft der Euphorbiaceensamen ihres hohen Ölgehalts wegen nur von kurzer Dauer ist) wurden nun nach Ceylon (Peradeniya) transportiert und daselbst ausgesetzt. Die Bäumchen zeigten ein üppiges Gedeihen und konnten als völlig eingebürgert betrachtet werden. Im Jahre 1889 wurden die ersten 42 Bäume angezapft und vollends ausgebeutet. Hierbei belief sich die Gesamtmenge der Milch auf 12 englische Unzen, d. i. noch kein deutsches Pfund, ein Ertrag, der mit den Kosten der Gewinnung in gar keinem Verhältnis stand.

Nicht besser waren die Resultate, welche man mit *Castilloa elastica* und *Manihot Glaziovii* in Indien und Afrika erzielte. Die Pflanzen gediehen wohl in der Kultur ganz gut, entwickelten sich stellenweise sogar sehr üppig, gaben aber eine sehr geringe Ausbeute an Kautschuk. Ja selbst die einheimischen Kautschukpflanzen Indiens *Ficus elastica*, *Urceola elastica* und *Urc. esculenta* lieferten in der Kultur ein minderwertiges Produkt, das die Kosten nicht hereinbrachte[2]). Trotz dieser anfangs aufgetretenen Mißerfolge ließ man sich nicht abschrecken; namentlich in England und Deutschland faßte man die Frage sehr energisch an. Von Seiten dieser, sowie der übrigen Kolonien besitzenden Staaten wurde mit aller Macht dahin gearbeitet, in den überseeischen Kolonien fremdländische Kautschukbäume zu kultivieren. Nachdem dann weiter auch der Zubereitungsweise des Kautschuks mehr Aufmerksamkeit geschenkt wurde und das Privatkapital begonnen hatte, sich für die gesamte Kautschukfrage zu interessieren, stand zu erwarten, daß in absehbarer Zeit das erwünschte Ziel erreicht werde[3]). Diese Erwartung hat sich nun erfüllt: der »Plantagen«- oder »Kultur«-Kautschuk beginnt bereits heute dem »wilden« Kautschuk Konkurrenz zu machen.

Ein dritter Weg, sich Kautschuk zu verschaffen, der heute wohl nur angebahnt ist, aber vielleicht in der Folge eine große Bedeutung in der »Kautschukfrage« besitzen wird, ist der, den Kautschuk künstlich herzustellen. Den epochemachenden Untersuchungen von Harries und

1) K. Schumann, Die Kautschukpflanzen Ostafrikas, in Englers Deutsch-Ostafrika **5**, p. 440. — Derselbe im Tropenpflanzer. 1898, p. 75 ff. — Semler, l. c., im Abschnitt »Die Kultur der Kautschukpflanzen«.

2) Semler, l. c., p. 748.

3) K. Schumann, Tropenpflanzer **2**, p. 75. — O. Warburg, Ebenda p. 73.

Hoffmann ist es gelungen, eine Substanz herzustellen, welche in ihren Eigenschaften mit Kautschuk identisch ist. Diese Tatsache steht fest; ob aber das künstlich hergestellte Produkt, der sogenannte »synthetische Kautschuk« mit dem Naturprodukt in einen erfolgreichen Wettbewerb wird eintreten können, das ist eine Frage, welche heute und an diesem Orte nicht beantwortet werden kann. Einstweilen und gewiß noch für eine Reihe von Jahren wird der natürliche Kautschuk sein Feld behaupten. Wie sich jedoch die Dinge gestalten werden, wenn es die unaufhaltsam vorwärts schreitende Forschung dahin bringen sollte, den künstlichen Kautschuk in großen Massen auf billigem Wege, d. h. von einem billigen Ausgangsmaterial aus herzustellen und ob dann den natürlichen Kautschuk dasselbe Schicksal ereilen wird, wie andere Naturprodukte: Krapp, Indigo, läßt sich derzeit nicht sagen. In jedem Falle hat die Lösung der Frage der Herstellung des künstlichen Kautschuks die größte nationalökonomische Bedeutung für alle Kautschuk produzierenden Länder und für die bei der Gewinnung des natürlichen Kautschuks mitbeteiligten Faktoren.

Die Gewinnung des Kautschuks. Nur wenig Kautschuk wird gesammelt. In den Sumpfböden der südamerikanischen Urwälder findet man, wie von A. v. Humboldt zuerst mitgeteilt wurde, hin und wieder poröse, korkartige, elastische Massen, die durch Erstarrung von freiwillig ausgeflossenem Milchsaft verschiedener Bäume entstanden sind. Man nennt sie Dapicho oder Zapis und verwendet sie wie Kork zum Verschließen von Gefäßen. Diese Kautschuksorte soll auch in den Handel gebracht worden sein, hat aber eine größere Bedeutung niemals erlangt. Von dem Zapis abgesehen, wird aller übrige Kautschuk entweder durch künstlichen Anschnitt der Bäume und nachherige entsprechende Behandlung des herausgetretenen Milchsaftes (Anzapfungsmethode) oder aus getrockneten, den Milchsaft führenden Pflanzenteilen teils durch einfaches Schlagen letzterer, teils durch Extraktion mit verschiedenen Kautschuk-Lösungsmitteln gewonnen (Wurzelkautschuk, Guayul-Kautschuk). Bei der Anzapfung der Bäume handelt es sich bei größtmöglicher Schonung des Lebens der Pflanze vor allem anderen darum, große Mengen qualitativ guter Milch zu erhalten. Letztere hängen nicht nur von der Pflanzenart ab, sondern auch, wie die Erfahrung lehrt, (nach welcher sich einzig und allein die Kautschuksammler richten) von dem Alter des Baumes, von dem Orte, wo angezapft wird, von der Zeit (Tagesstunde, Jahreszeit), in welcher die Anzapfung vorgenommen wird. Außerdem spielen aber auch noch anatomisch-physiologische Momente eine große Rolle und diese beeinflussen in hohem Grade die Quantität und Qualität des gewonnenen Latex. Es ist für das Resultat nicht gleichgültig, in welcher Richtung und bis zu welcher Tiefe die Schnitte geführt worden sind; weiter, ob man dem

Baum nach jeder Zapfperiode eine Ruhezeit gegönnt hat oder nicht; eine solche ist wohl notwendig, um der Pflanze die Möglichkeit zu geben, sich von den ihr bei der Zapfung zugefügten Verwundungen zu erholen[1]). Eine rationelle Anzapfungsmethode hat alle die angeführten Abhängigkeitsverhältnisse zu berücksichtigen, was nur im Plantagenbetrieb möglich ist, da derselbe mehr oder weniger von theoretisch und praktisch gebildeten Fachleuten geleitet wird.

Die Art und Weise der Behandlung des Milchsaftes ist in verschiedenen Ländern eine sehr verschiedene; gemeinsam ist allen Zubereitungsmethoden des Kautschuks das eine, daß sie ziemlich primitiv sind, weshalb der in den Produktionsländern dargestellte Rohkautschuk in der Regel neben groben Verunreinigungen noch eine Reihe, die Güte der Handelsware beeinträchtigender Substanzen: Eiweiß, Wasser, harzartige Stoffe, enthält. Namentlich bei der Gewinnung gewisser Sorten des wilden Kautschuks, die einzig und allein in den Händen der Eingeborenen liegt, macht sich der ungünstige Einfluß der Zubereitungsmethode auf die Qualität des Produktes bemerkbar; etwas günstiger liegen die Dinge bei der Gewinnung des Plantagenkautschuks, wo von dem geschulten Betriebsleiter die Zubereitungsmethode bestimmt und insbesondere die Wahl der für den betreffenden Milchsaft passenden Koagulationsmittel getroffen werden kann. Die Koagulierung der kautschukhaltigen Milchsäfte wird in der verschiedensten Weise bewerkstelligt: durch einfaches Stehenlassen an der Luft, wobei entweder natürliche oder künstliche Wärme die Koagulierung bedingt, oder durch Kochen oder durch Zusatz verschiedener, die Gewinnung befördernder chemischer Agentien: wie mineralischer Säuren, organischer Säuren oder saurer Pflanzensäfte. Das Koagulum enthält reinen Kautschuk und die oben erwähnten fremden Beimengungen; das Mengenverhältnis letzterer wird in erster Linie von der Behandlungsweise des Milchsaftes beeinflußt und weil diese eine sehr verschiedene ist, so ist es erklärlich, daß die von den einzelnen Produktionsländern in den Handel gesetzten Kautschuksorten sehr verschiedener Qualität sind und verschiedenen Wert besitzen[2]). Um ein möglichst reines Produkt aus frischem Milchsaft zu erhalten, muß letzterer in rationeller Weise behandelt werden. Es wurde daher in neuerer Zeit dem Koagulationsverfahren eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt und es werden von verschiedenen Seiten diesbezügliche Versuche angestellt, die jenes Verfahren ausfindig machen sollen, das für

1) Fitting, Physiologische Grundlagen zur Bewertung der Zapfmethoden bei Kautschukbäumen nach einigen Versuchen an *Hevea brasiliensis*. Tropenpflanzer. Beihefte 1909, p. 1—43.

2) v. Höhnel, Über die Sorten des Kautschuks und deren Wertbeurteilung. Dinglers Polytechn. Journal **263**, p. 236 ff.

den betreffenden Latex das geeignetste ist, um ein möglichst gutes Kautschukprodukt zu erhalten. So teilte bereits 1898 K. Schumann ihm aus Brasilien, Mexiko und Nicaragua zugekommene Nachrichten mit, denen zufolge es R. H. Biffin gelungen ist, durch Zentrifugation der Milchsäfte Kautschuk daraus in kürzester Zeit abzuscheiden[1]). Diese Methode konnte mit Vorteil bei allen in Amerika benutzten Kautschukpflanzen in Anwendung gebracht werden. Das auf diese Weise herausgeschlagene Koagulum enthält außer dem größten Teil des vorhandenen Kautschuks nur noch die harzartigen Stoffe und etwas Eiweiß. Die groben Verunreinigungen, der größere Teil des Eiweißes, die Gerbstoffe und Salze bleiben in der Flüssigkeit zurück. Das Koagulum gibt gepreßt einen festen, weißen Kautschuk, der an der Luft später braun wird. Um nun die noch immer in bedeutender Menge vorhandenen Reste der schädlichen Beimengungen zu entfernen, schlug A. Preyer[2]) nach von ihm angestellten, zahlreichen Versuchen vor, die zentrifugierte Milchcrême in eine wässerige siedende Lösung von Chloralhydrat oder von Ameisensäure zu bringen und einige Minuten zu kochen. Man erhält nach Preyer einen reinweißen Kautschuk, welcher mit kochendem Wasser ausgewaschen, gepreßt und getrocknet, an der Luft hell bleibt und der chemischen Analyse zufolge kein Eiweiß und viel weniger harzartige Stoffe enthält als das durch Eintrocknenlassen oder einfaches Koagulieren des Milchsaftes hergestellte Produkt. Obwohl nun das eben beschriebene Zentrifugalverfahren ein ziemlich gutes Produkt liefert, wird dasselbe heute im Plantagenbetrieb doch seltener angewendet; gewöhnlich wird der Latex durch Zutat einer Säure koaguliert. Als Säure wird mit Vorliebe Essigsäure genommen, mitunter auch Ameisensäure, welch letztere nicht nur koaguliert, sondern auch gleichzeitig desinfiziert, aber wieder den Nachteil hat, daß größere Mengen verwendet werden müssen und diese die Elastizität und den »Nerv« des Kautschuks ungünstig beeinflussen, daher die Qualität vermindern. Ein Mittel, welches außer der Koagulierung des Latex auch noch eine Desinfizierung des Koagulums bewirkt, hätte gewiß große Vorteile, da in das Koagulum Fäulniskeime geraten und letztere in dem stets an Eiweißkörpern reichen Nährboden ein Faulen des Kautschuks, das »sticky« (klebrig) werden desselben, verursachen, wenn der Kautschuk nicht vollständig getrocknet ist. Eine vollständige Trocknung des Kautschuks hat aber seine Nachteile; in der Praxis wird solcher Kautschuk bevorzugt, der eine gewisse Menge Feuchtigkeit enthält. Es wurde daher ein spezifisches Desinfektionsmittel zur Koagulierung vorgeschlagen und stellenweise auch verwendet, nämlich Kreosot. Dieses Mittel wirkt aber mehr desinfizierend als koagulierend; auch

1) Notizblatt des kgl. bot. Gartens u. Museums in Berlin. II, Nr. 15, p. 200.
2) Tropenpflanzer **3**, p. 330.

koaguliert es langsam, weshalb, um den Koagulierungsprozeß zu beschleunigen, noch immer etwas Säure zum Latex hinzugetan werden muß. Der auf diese Weise gewonnene Kautschuk nimmt starken Kreosotgeruch an, der sich auch durch Waschen nicht beseitigen läßt und daher die Verwendbarkeit nur auf bestimmte Zwecke beschränkt[1]). Für die erfolgreiche Lösung dieser Frage sind vielleicht die von Sandmann ausgeführten Versuche und das von ihm eingeführte Koagulationsverfahren, genannt das »Purub«-Verfahren[2]), von Bedeutung. Nach diesem wird Fluorwasserstoffsäure zur Koagulation verwendet, ein Mittel, das nicht nur in geringer Menge gerinnend sondern auch vorzüglich desinfizierend wirkt und auch noch den Vorteil besitzt, daß der damit ausgeschiedene Kautschuk nach dem Waschen, Pressen und der Formung in Blocks nicht erst getrocknet zu werden braucht, wodurch die Anschaffung von kostspieligen Maschinen und Trockeneinrichtungen hinwegfällt, also an Arbeit und Geld erspart wird. Auch läßt sich der Purub-Kautschuk schnell und gut vulkanisieren, eine Eigenschaft, die ein weiterer Vorzug des Purub-Verfahrens zu sein scheint[2]). — Manche Milchsäfte koagulieren schon kurz nach dem Austritt auf dem Baum selbst *(Manihot Glaziovii)*. Der Koagulierung wird in solchen Fällen durch Bestreichung der Wundflächen mit einer schwachen Säure nachgeholfen (Lewa-Methode). Andere Latices wieder werden in den Auffanggefäßen mit Wasser verdünnt und dann sich selbst überlassen; es tritt nun durch eigene Säurebildung Koagulierung ein. Die Erfahrung lehrte jedoch, daß bei letzterem Vorgang stets eine Qualitäts-Verminderung des Produkts stattfindet. (Über die bei der Gewinnung des wilden Kautschuks angewendeten Koagulationsmethoden siehe unten p. 471 ff.)

Das Koagulum wird mit viel Wasser gewaschen, hierauf gepreßt und getrocknet. Bei der Gewinnung des Plantagenkautschuks werden alle diese Prozesse mit Maschinen durchgeführt. Diesen Vorgängen muß entsprechende Vorsicht und Aufmerksamkeit geschenkt werden, da die Art und Weise des Verlaufes der genannten Prozesse nach mehrfacher Richtung hin die Qualität des Kautschuks beeinflussen können. Nach der Form der Koagulationsgefäße (Koagulationsbecken), sowie nach der Art der zum Auspressen des Wassers gebrauchten Maschinen, erhält man verschiedene Kautschukformen des Marktes: Biskuits, Sheets, Crêpes, Worms. In dem heute an erster Stelle stehenden Plantagenbetrieb Asiens werden aus Zweckmäßigkeitsgründen vorzugsweise Crêpes (Crêpe-

1) Sandmann, Gefahren, Fehler und Verbesserungen in der Kautschukproduktion Asiens. Tropenpflanzer **14,** p. 189.

2) Sandmann, Ein neues Verfahren zur Gewinnung des Kautschuks aus der Kautschukmilch. Tropenpflanzer **12,** p. 520. — S. auch Soskin, Die internationale Kautschuk-Ausstellung in London. 1908. Beihefte z. Tropenpflanzer. 1908, p. 321—324.

Rubber) hergestellt[1]). Teile des Koagulums, die an den Gefäßwänden oder am Baume selbst hängen bleiben, werden zu minderwertigerem Kautschuk verarbeitet, der unter dem Namen »Scrap« in den Handel kommt.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Koagulations- (Anzapfungs-) Methoden stehen jene Verfahren, nach welchen man aus getrockneten Pflanzenteilen, als Ausgangsmaterial, den Kautschuk zu gewinnen versucht. Eine eingehendere Betrachtung der sogenannten Anzapfungsmethoden lehrt, daß bei diesen, um das Leben des Pflanzenindividuums, des Erzeugers der Kautschuksubstanz, nicht allzusehr zu schädigen, nur eine relativ kleine Menge des vorhandenen Milchsaftes gewonnen werden kann, mithin ein großer Teil des in der Pflanze aufgespeicherten Kautschuks unbenutzt bleibt. Werden größere Mengen Milchsaft dem Baume entzogen, so geht dieser in kürzerer oder längerer Zeit zugrunde. Man hat daher versucht, teils um die Pflanze durch die bei der Anzapfung vorgenommenen Verwundungen nicht zu schädigen, teils um größere Mengen von Kautschuk zu erhalten, dem Baume Teile der milchsaftführenden Rinde, Zweige, Blätter zu entnehmen, diese zu trocknen, die getrockneten Pflanzenteile mit gewissen Lösungsmitteln zu extrahieren und aus der Lösung den Kautschuk zu isolieren. Dabei war der Gedanke maßgebend, auf dem genannten Wege die gesamte, in dem getrockneten Pflanzenmaterial enthaltene Kautschukmenge zu gewinnen. Einzelne dieser Versuche werden auch praktisch angewendet. Allerdings muß hierbei berücksichtigt werden, daß die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, der Kautschuk werde durch den Lösungsvorgang und insbesondere durch die bei der Lösung angewendete höhere Temperatur, wenn diese eine gewisse Grenze überschreitet, Schaden leiden. Weiter kommt noch in Betracht, daß bei der Extraktion nicht nur Kautschuk, sondern auch andere lösliche Substanzen, Harze, gelöst werden, durch deren Anwesenheit die Qualität des Kautschukproduktes herabgedrückt wird. In den letzten Jahren wurden mehrere solcher Extraktionsverfahren bekannt[2]), die sich ihrem Wesen nach einer der drei im folgenden angegebenen Methoden einreihen lassen: 1. reines Extraktionsverfahren, bei welchem die Isolierung der Kautschuksubstanz durch Lösungsmittel bewirkt wird. 2. Das Alkaliverfahren, wobei durch Erhitzen in Kali- oder Natronlauge die Zellwände des kautschukführenden Gewebes zerstört werden und

---

1) Sandmann, Tropenpflanzer **14**, p. 192.

2) Über die Gewinnung des Kräuterkautschuks. Tropenpflanzer **9**, p. 150. — Endlich, Der Guayule und seine wirtschaftliche Bedeutung. Tropenpflanzer **9**, p. 233 ff. — Warburg, Die Kautschukmisteln. Tropenpflanzer **9**, p. 633 ff. — Endlich, Über den gegenwärtigen Stand und die Aussichten der Guayuleindustrie. Tropenpflanzer **11**, p. 449 ff. — P. Alexander und K. Bing, Über die Gewinnung von Kautschuk aus getrockneten Kautschukpflanzen. Tropenpflanzer **12**, p. 57 ff.

der nun freigewordene Kautschuk, der sich auf der Oberfläche der spezifisch schwereren Lauge sammelt, einfach herabgenommen und gereinigt werden kann. Bei diesem Verfahren werden gleichzeitig die Harze durch Verseifung entfernt; man erhält daher ein harzfreies Produkt. 3. Das mechanische Verfahren, bei welchem durch kräftige mechanische Arbeit (Schlagen der Pflanzenteile, Zerkleinerung durch Mahlen oder Stampfen) die Zellwände zerstört werden. Der freigewordene Kautschuk wird durch die bei diesem Verfahren auftretende Erwärmung klebrig, die Kautschukteilchen vereinigen sich untereinander und bilden bei fortgesetzter Behandlung mit Gewebsfragmenten durchsetzte Kuchen. (Guayule, Mistel-Kautschuk.) Die von P. Alexander und K. Bing über die Prüfung der verschiedenen Kautschukgewinnungsmethoden aus getrockneten Pflanzenteilen angestellten Versuche haben ergeben, daß von den drei angeführten Methoden das Alkali-Verfahren die meiste Bedeutung für eine praktische Verwertung besitzt[1]).

Kautschukgewinnung in Südamerika-Brasilien. Parakautschuk. Die noch heute wertvollste Kautschuksorte ist der Parakautschuk, genannt nach der brasilianischen Handelsstadt Para, wo ein großer Teil des brasilianischen Kautschuks zur Verladung auf die Seeschiffe gelangt. Ein zweites Hauptemporium für Parakautschuk ist die Stadt Manaos am Einflusse des Rio negro in den Amazonenstrom. Der Parakautschuk wird von mehreren Arten der Gattung *Hevea* und *Micrandra* gewonnen; die wichtigste Art ist *Hevea brasiliensis Müll. Arg.* aus der Provinz Para im unteren Amazonengebiet. Der Kautschukbaum heißt bei den Brasilianern Pao de Seringa, die Kautschuksammler werden Seringueiros und die auf Kautschuk ausgebeuteten Waldkomplexe Ciringals (Seringals) genannt[2]). Nach den aus persönlichen Anschauungen gewonnenen Schilderungen von Herb. Smith, R. Stewart Clough, Cross, H. A. Wickham und Ule werden die Bäume in Mannshöhe mittelst Axthieben angeschnitten. Es werden bis 12, teils senkrechte, teils keilförmige oder schräge Einschnitte gemacht: dieselben sollen nur durch die Rinde, nicht durch das Holz gehen; unterhalb des Schnittes wird ein aus gebranntem Lehm oder aus Weißblech gefertigter, flacher Becher (Tigelinha) angebracht, den der Seringueiro mit dem scharfen Rande in die Rinde festdrückt, damit die auslaufende Milch in denselben fließen kann (Ule, Kautschukgewinnung und Kautschukhandel am Amazonenstrom, Tropenpflanzer, Beihefte 1905, p. 30). Das Sammeln des *Hevea*-Milchsaftes[3]) geschieht in der Trockenzeit d. i. von August bis

1) P. Alexander u. K. Bing, l. c., p. 67.

2) O. Warburg, Parakautschuk. Tropenpflanzer **2**, p. 267.

3) Der Milchsaft von *Hevea* hat ein spezifisches Gewicht von 1,01. Prinzhorn, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1891, p. 192. — Die Angabe von Semler (l. c., p. 699),

Februar in den frühen Morgenstunden. Die Abscheidung des Kautschuks aus der Milch erfolgt in verschiedener Weise. Die vorzüglichste, in Para noch heute gebrauchte Methode besteht darin, daß man den Latex auf Formen eintrocknen läßt. Früher benutzte man Tonformen, denen die Gestalt von verschiedenen Gebrauchsgegenständen (Schuhen, Flaschen) gegeben war. Jetzt wird meistens in das mit Milchsaft gefüllte Sammelgefäß (eine 10—12 l fassende, größere Blechkanne, Balde genannt) ein mit Ton bestrichener Spaten (Ruder) eingetaucht oder der Latex auf die mit einem Stiele versehene Forma (eine Holzscheibe) mittelst eines Löffels gegossen und die auf dem Spaten bezw. der Holzscheibe haftende Milch über einem stark rauchenden Feuer unter fortwährendem Hin- und Herdrehen getrocknet, so daß die dünne Latex-Schicht gleichmäßig koaguliert. Zur Unterhaltung des Feuers werden die Früchte verschiedener Palmenarten: *Attalea speciosa Mart.* (Urukuri), *Maximiliana regia Mart.* (Tukuma), *Orbignya Martiana Barb.* oder die Schalen der Brasilnüsse *(Bertholletia excelsa)* verwendet. Ist die Schichte trocken, wird neuerdings Latex aufgetragen und die Operation so lange wiederholt, bis der »Kautschuk-Biskuit« oder Kautschuk-Ballen die gewünschte Dicke und Größe erreicht hat. Frische Biskuits haben eine Dicke von 10—12 cm, verschmälern sich aber beim Austrocknen um die Hälfte. Beim Koagulieren nimmt der Kautschuk eine gelbliche Färbung an, ist aber noch weich und wasserreich. Der fertige Biskuit (Plancha) wird noch einige Stunden an der Sonne getrocknet, dann auf der einen Seite aufgeschnitten und von dem Holze abgenommen. Gut bereitete Kautschukbrote müssen eine deutliche Schichtung von 1 mm Dicke auf dem Querschnitt zeigen, die infolge des Räucherns außen braune bis schwarzbraune Färbung muß nach innen heller werden und in etwa 1 cm Tiefe in eine bernsteingelbe Färbung übergehen (O. Warburg, l. c., p. 302).

Der auf diese Weise gewonnene Kautschuk (Island Rubber) gibt die beste Qualität ab, »Para fin« genannt. Die Herstellung dieses Kautschuks, insbesondere die Koagulierung und Räucherung muß mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden. Wird dem ganzen Prozeß weniger Aufmerksamkeit geschenkt, so daß die aufgetragene Latexschicht stellenweise dicker ist und das Eintrocknen ungleichmäßig erfolgt, so erhält man eine innen schwammige, schmutzige Masse, einen minderwertigen Kautschuk, die zweite Handelssorte: »Para entrefin« oder »Para grossa« genannt. Die in den Gefäßen oder am Baume von selbst koagulierten, mit Ton- oder Rindenstückchen verunreinigten Massen werden,

daß der frische *Hevea*-Saft starken Ammoniakgeruch besitzt, dürfte nicht richtig sein, da nach allen anderen Mitteilungen die frische Kautschukmilch sich durch einen angenehmen, süßem Rahm nicht unähnlichen Geschmack und Geruch auszeichnen soll. O. Warburg, l. c., p. 277.

ohne geräuchert zu werden, zu Klumpen zusammengeballt, färben sich durch Einwirkung der Luft außen meistens schwarz und heißen »Negerköpfe«, »Negroheads« oder »Sernamby«, die dritte, schlechteste Sorte des Parakautschuks.

Die Produktion von Parakautschuk ist eine ganz bedeutende. Im Jahre 1890 wurden von Para und Manaos 16,5 Millionen Kilogramm im Werte von über 100 Mill. Mark exportiert; im Jahre 1900 betrug der Export aus den genannten Handelsplätzen 26748663 kg und im Jahre 1910 sogar 38039818 kg[1]).

Infolge des riesigen Gebrauches von Kautschuk werden die Kautschuksammler gezwungen, höher gelegene Ufergegenden des Amazonenstromes, sowie dessen entlegenere Nebenflüsse aufzusuchen. Der Kautschuk wird hier in ähnlicher Weise, vielleicht etwas primitiver gewonnen, bildet kleinere, härtere Brote als der eigentliche Parakautschuk und führt als Handelsbezeichnung den Namen »Upriver« auch »Manaos-Gummi« (Lokalbezeichnung).

Der *Hevea*-Latex wird häufig mit dem Milchsaft anderer Kautschukbäume, insbesondere *Sapium*-Arten, vermischt und dann zur Herstellung minderer Qualitäten des Parakautschuks verwendet. (Über *Sapium*-Kautschuk siehe weiter unten p. 475.)

Hevea brasiliensis wird mit Erfolg auf der Malayischen Halbinsel, auf Ceylon kultiviert. Unter den deutschen Kolonien scheint sich Samoa und Neu-Guinea für *Hevea*-Kultur besonders zu eignen[2]). Die Mißerfolge, welche sich anfangs bei der *Hevea*-Kultur in anderen Ländern ergeben haben, dürften dadurch verursacht gewesen sein, daß die Pflanzer die für das Gedeihen der *Hevea*-Bäume entsprechenden klimatischen und Bodenverhältnisse nicht berücksichtigt haben[3]).

Ceara- und Pernambucokautschuk. Brasilien ist noch die Heimat zweier wichtiger kautschukliefernder Bäume, nämlich *Manihot Glaziovii Müll. Arg.*, von welcher der Ceara-Kautschuk stammt und *Hancornia speciosa Gom.*, die den Bahia- oder Pernambucokautschuk (auch Mangabeira-Gummi genannt) liefert. *Manihot Glaziovii* ist im Nordosten Brasiliens zu Hause, wird dort Manicoba genannt. Die Kautschukgewinnung ist eine sehr einfache. Die äußere Lage der Rinde wird in 4—5 Fuß Höhe vom Stamme entfernt und die in gewundenen

1) Tropenpflanzer **15,** p. 173.

2) Reintgen, l. c., p. 102.

3) Über den Kautschukertrag einer auf Ceylon kultivierten *Hevea* berichtet die »Gummizeitung« 1911, daß der Baum, mit einem Umfange von 142 cm, bei sorgfältigem, täglichem Anzapfen — Sonntage und sehr feuchte Tage ausgenommen — in den Jahren 1909 und 1910 zusammen 160 engl. Pfund Rohkautschuk gegeben hat. Nach Tropenpflanzer **15,** p. 581.

Strömen herabfließende Milch am Stamme trocknen gelassen (etwas Milch gelangt wohl auch bis zum Boden). Dann werden nach einigen Tagen die Kautschukstränge vom Stamme abgezogen und entweder zu Kugeln zusammengerollt oder in losen Massen in Säcke verpackt. Die im Handel unter dem Namen »Ceara Scraps« vorkommenden zusammengeklebten Massen, die meist mit Rindenteilchen verunreinigt sind, erreichen mitunter ein Gewicht von 150 kg, zeichnen sich durch helle, bernsteingelbe Färbung, bröckeliges Aussehen und starken, unangenehmen Geruch aus. Im Jahre 1900 exportierte die Provinz Ceara 436 t Kautschuk[1]), im Jahre 1909 700 t (Ule, Tropenpflanzer XVI, p. 93). In neuerer Zeit versuchte man den Ceara-Kautschuk zu räuchern; dieses Produkt kam in den Handel unter der Bezeichnung »Manicoba«, hat sich jedoch nicht bewährt[2]). *Manihot Glaziovii* läßt sich sowohl durch Samen als durch Stecklinge sehr leicht vermehren; der Baum ist anspruchslos, anpassungsfähig und zeigt ein schnelles Wachstum, ist daher besonders für die Kultur geeignet. Die Pflanze wird derzeit in Java und auf Ceylon kultiviert; auch in den deutsch-afrikanischen Kolonien wurde sie eingebürgert; namentlich die klimatischen Verhältnisse Ostafrikas sollen für *Manihot* günstige sein[3]).

Hancornia speciosa wächst vorzugsweise in den brasilianischen Provinzen Bahia und Pernambuco und wird daselbst der wohlschmeckenden Früchte wegen als Obstbaum geschätzt. Der Kautschuk von diesem Baum — Mangabeira-Kautschuk — war früher am Markte nicht besonders beliebt, erfreut sich aber neuerer Zeit infolge der Anwendung verbesserter Methoden der Gewinnung größerer Wertschätzung und steht im Preise selbst gutem Parakautschuk nicht nach[4]). Der blaßrosa gefärbte Milchsaft der *Hancornia* wird durch Zusatz von Alaun[5]) oder durch Kochen[6]) gerinnen gemacht, der Kautschuk dann mit den Händen gepreßt, an Stöcken mehrere Tage lang an der Sonne getrocknet und in den Handel in Form ziemlich großer, außen braunroter, innen hellrosa gefärbter Kuchen von süßlichem Geruch gebracht. Es werden auch flache Platten, sogenannte Rio und Santos sheets erzeugt, welche wasser- und harzärmer, daher geschätzter sind (Henriques, l. c.). Was die

1) Reintgen, l. c., p. 118.

2) Henriques, l. c., p. 12.

3) O. Warburg, Tropenpflanzer **3**, p. 58. — J. Warnholtz, Über die Rentabilität des Manihotkautschuks. S. Verh. d. Kolonialwirtsch. Komites v. 30. März 1911. Beih. z. Tropenpflanzer. 1911, p. 218 ff.

4) K. Schumann, Notizblatt des kgl. bot. Gartens u. Museums in Berlin. 1898, p. 201.

5) Prinzhorn, l. c., p. 194. — O. Warburg, Mangabeirakautschuk. Tropenpflanzer **3**, p. 150.

6) K. Schumann, Die Kautschukpflanzen Ostafrikas, l. c., p. 436.

Größe der Produktion betrifft, so ist zu erwähnen, daß letztere von 1899 an beständig stieg. Aus dem Hafen Bahia wurden im Jahre 1899 259 661 kg, 1902 408 345 kg und 1903 828 135 kg Kautschuk ausgeführt.

Hancornia ist so wie *Manihot* eine sehr anpassungsfähige Pflanze; doch besitzt der Baum ein außerordentlich langsames Wachstum, seine Fortpflanzung und Kultur ist mit viel Mühe und Zeit verbunden, daher zur Plantagenkultur weniger geeignet.

Mexiko, die zentralamerikanischen Republiken, Venezuela, Ekuador, Kolumbien, Peru. In diesem Verbreitungsgebiet sind zunächst zwei Pflanzengattungen, deren einzelne Vertreter als kautschukliefernd besondere Bedeutung erlangt haben, zu nennen: *Sapium* und *Castilloa*. Der *Sapium*-Kautschuk geht als »caucho blanco«, der *Castilloa*-Kautschuk als »caucho negro« in den Handel; ersterer wird im allgemeinen etwas höher geschätzt. Der *Castilloa*-Kautschuk führt auch die Bezeichnung West Indian sheets und scraps, Kolumbia, Carthagena-Kautschuk, Guayaquil strips. Der aus Kolumbien stammende Kautschuk wird »Colombia virgen«, »Colombia scraps« oder »Caucho virgen«, »weißer Jungfernkautschuk« von Kolumbien genannt. Die kautschukliefernden Arten der Gattung *Sapium* gehören ausschließlich dem nördlichen Südamerika an; ihre Verbreitung reicht vom stillen Ozean bis in die Provinz Pará Brasiliens[1]. In diesem Gebiet, und zwar westlich der Anden sind die *Sapium*-Arten die wichtigsten Kautschukproduzenten, dort wird der Milchsaft von *Sapium* für sich allein und unvermischt ausgebeutet. Östlich der Anden hingegen, in welchem Gebiet die *Hevea brasiliensis* die wichtigste Kautschukpflanze ist, wird reiner *Sapium*-Kautschuk nicht produziert, sondern die *Sapium*-Milch mit *Hevea*-Milch vermischt und hieraus werden mindere Sorten von Parakautschuk hergestellt. Nur die unter dem Namen »Sernamby von Cameta« oder »Tapuru« (Rollgummi) bekannte Kautschuksorte soll aus unverfälschter *Sapium*-Milch gewonnen werden (Ule, l. c., p. 14). Von den kautschukliefernden *Sapium*-Arten sind zu nennen: *Sapium Thompsoni God. Leb.* = *Sap. tolimense Hort.* (Westkolumbien) liefert den weißen Jungfernkautschuk, *S. verum Hemsl.* (Ekuador, südlich Kolumbien) nach P. Preuß der wichtigste Baum für »caucho blanco«, *S. utile Preuß* und *S. decipiens Preuß* (Westekuador) liefern den »cauchillo« oder »caucho andullo blanco« (weißer Wurstkautschuk) eine mindere Sorte des caucho blanco, *S. stylare Müll. Arg.* (Ekuador, Ostabhang der Anden) gibt die Kautschuksorte »Oriente«, *S. tapuru Ule* (südliches Amazonasbecken); die Milch letztgenannter Art wird häufig mit *Hevea*-Milch vermischt und

1) Reintgen, l. c., p. 125.

zur Herstellung einer mittleren Qualität des Parakautschuks verwendet; im unvermischten Zustand wird aus dem in den Baumschnitten und Sammelgefäßen freiwillig koagulierten Latex ein brauchbarer »Sernamby«, nach E. Ule »Sernamby von Cameta« oder »Tapuru« gewonnen. Von der Gattung *Castilloa* sind als Stammpflanzen der »zentral-amerikanischen« Kautschuksorten zu nennen: *C. elastica Cerv.* (Zentral-Amerika und nördliches Südamerika westlich der Anden) und *C. Ulei Warb.* (südliches Amazonengebiet bis in die Gegend von Pará).

Die Gewinnungsweise ist nach Ländern sehr verschieden. Gemeinsam ist allen Gewinnungsweisen das eine, daß die Bäume infolge des barbarischen Verfahrens, womit sie von den Kautschuksammlern (Huleros in Nicaragua, Cautscheros in Peru) behandelt werden, zugrunde gehen, so daß einzelne Arten, so namentlich *Castilloa elastica*, gewiß gänzlich verschwinden würden, wenn nicht die versuchte Kultivierung in anderen Ländern, das Anlegen von künstlichen Kautschukpflanzungen in den Heimatländern und überaus strenge Maßregeln der betreffenden amerikanischen Regierungen die Existenz der Arten sicherten. Die Stämme werden durch tiefgehende Ring- oder Spiralschnitte verwundet, ja in Kolumbien und Panama sogar, nachdem sie am Grunde mit einem Ringkanal angezapft worden sind, einfach gefällt, um dann mittelst tiefer Einschnitte weiter ausgebeutet zu werden. Die ausfließende Milch wird entweder in Töpfen (Mexiko) oder in eisernen Eimern (Nicaragua) oder in mit Blättern ausgekleideten Erdlöchern (Nicaragua, Panama, Peru) gesammelt und darin auf verschiedene Weise die Koagulierung herbeigeführt. In Mexiko wird zu diesem Zwecke eine Kochsalzlösung oder eine Lösung von doppeltkohlensaurem Natron dem Milchsaft hinzugefügt und die ganze Masse mit einem Stocke von Zeit zu Zeit umgerührt; nach 24—36 Stunden läßt man das Wasser ablaufen und wiederholt die Prozedur, bis der Kautschuk eine weiße Farbe erhalten hat. Die Entfernung des überflüssigen Wassers überläßt man dann einfach der Verdunstung. — In Panama wurde der in Erdlöchern aufgefangene Milchsaft entweder durch zweiwöchentliches Stehenlassen oder durch eine Hand voll *Calonyction*-Blätter (*Calonyction speciosum Choisy = Ipomoea bona nox L.*) und Umrühren zum Gerinnen gebracht; Panama erzeugt übrigens heute nahezu keinen Kautschuk, da durch den Raubbau die *Castilloa* vollständig vernichtet worden ist. In einigen Gegenden wird Seifenlösung als Zusatz verwendet; in Britisch-Honduras wird ein durch Auskochen in Wasser erhaltenes und filtriertes Extrakt aus den Blättern und Stengeln der genannten *Calonyction* zu dem Milchsaft getan und durch starkes Umrühren letzterer koaguliert. Die auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Kautschukmassen werden abfiltriert, zu Kuchen geknetet und durch Druck von dem überschüssigen

Wasser befreit. In Nicaragua, dem wichtigsten Kautschukland Zentralamerikas, wird entweder der in Erdgruben gesammelte Latex mit einem Aufguß von Lianen oder *Convolvulus*-Extrakt koaguliert und die Entfernung des Wassers einfach der Verdunstung überlassen und es werden aus dem ausgeschiedenen Kautschuk Ballen geformt, oder der in eisernen Eimern aufgefangene Latex wird zunächst durch ein Sieb filtriert und durch den verdünnten Saft verschiedener Pflanzen (Achete oder Coasso genannt, erstere ist nach Dr. Seemann die *Calonyction speciosum*) zum Gerinnen gebracht, schließlich der Kautschuk unter hölzernen oder eisernen Rollen zu sogenannten »tortillas« gepreßt, die auch in Form wurstförmiger Klumpen »caucho andullo negro« in den Handel gelangen. Ist keine koagulierende Substanz zur Hand, so wird der mit Wasser verdünnte Milchsaft durch 12 Stunden stehen gelassen, wobei er koaguliert; der vom Wasser befreite Kautschuk wird in Fässern durch 14 Tage getrocknet und der Rest des Wassers durch Auspressen entfernt und der Kautschuk zu Kugeln »cabezzas« eingerollt. Zuweilen gießt man die Milch auf den hierzu präparierten Erdboden und läßt sie hier verdunsten. Die so erhaltenen Fladen kommen als »planchas« in den Handel, die von den Kaufleuten zur Kontrolle der Qualität in dicke Streifen »strips« zerschnitten werden (O. Warburg, *Castilloa*-Kautschuk, l. c., 1898, p. 343: Reintgen, l. c., p. 133). — Die Produktion von caucho (caucho blanco und negro) betrug im Jahre 1885 rund 1500 t. Infolge des Raubbaues ging die Produktion rapid zurück, so daß 1893 nur mehr 700 t exportiert werden konnten[1]). In den folgenden Jahren machte sich, teils infolge von Anwendung verbesserter Herstellungsmethoden, teils infolge der Gewinnung des Kautschuks von kultivierten Bäumen, wieder eine Vergrößerung der Produktion bemerkbar; im Jahre 1900 wurden bereits aus Zentralamerika, Mexiko, Venezuela, Kolumbien usw. im ganzen 2700 t »Caucho« exportiert[2]).

Guayulekautschuk. Im Jahre 1903 wurden die ersten Mitteilungen über einen aus Mexiko stammenden Kautschuk gemacht, der von einer dort (nordmexikanisches Hochland) wachsenden strauchartigen Composite, *Parthenium argentatum A. Gray*, gewonnen wird[3]). Die Pflanze führt in Mexiko den Namen Guayule (Huayle); den Kautschuk, der aus ihr gewonnen wird und in seiner engeren Heimat schon seit langer Zeit bekannt ist, nennt man Guayulekautschuk. Der Guayulestrauch ist ziemlich kautschukreich; der Kautschuk tritt hier nicht in Milchröhren auf, sondern in fast allen Zellen des Grundgewebes, also des Markes,

1) O. Warburg, *Castilloa*-Kautschuk, l. c., p. 346.

2) Reintgen, l. c., p. 142.

3) Endlich, Der Guayule und seine wirtschaftliche Bedeutung. Tropenpflanzer **9**, p. 233 ff.

der Markstrahlen, der primären Rinde und des Holzparenchyms[1]). Die Blätter führen wenig oder gar nichts von kautschukartiger Substanz, das Holz weniger als die Rinde. Außer Kautschuk führt die Pflanze noch reichliche Mengen von Harz, das in dem Rohprodukt wiederzufinden ist. Der Guayulekautschuk wird aus getrockneten, fein zermahlenen Pflanzen durch Extraktion entweder auf chemischem oder mechanischem Wege gewonnen. Für die chemische Extraktion wird besonders das Alkaliverfahren angewendet. Der Kautschuk ist grünlichgrau, an der Oberfläche schwärzlich, infolge seines Harzgehaltes (12—27 Proz.) klebrig, mehr oder weniger von Holz- und Rindenteilchen durchsetzt und gilt als mittlere Qualität. Heute wird der Guayulekautschuk im großen fabriksmäßig dargestellt. Der Export von Guayulekautschuk aus Mexiko betrug im Jahre 1903/4 308072 kg, 1905/6 1450248 kg und 1908/9 5001858 kg (im letzteren Jahre 93,12 Proz. der Gesamtausfuhr[2]). Die Guayulepflanze wird in Mexiko auch zu kultivieren versucht und in der Kultur weniger durch Samen als durch Stecklinge vermehrt[3]).

Mistelkautschuk. Um das Jahr 1902 herum wurden von Giordana mehrere in Venezuela vorkommende Mistelarten, der Gattung *Struthantus* und *Phthirusa* angehörig, aufgefunden, deren Früchte sich durch einen relativ hohen Kautschukgehalt auszeichnen. Die Früchte wurden zuerst von O. Warburg[4]), dann von H. Iltis[5]) genauer untersucht. Der Kautschuk bildet in der reifen Frucht einen kompakten, den inneren Teil der Frucht, insoweit dieser aus dem Fruchtknoten entstanden ist, einhüllenden Mantel, der aus parenchymatischen Zellen besteht, in deren Inhalt sich der Kautschuk bildet. Außer in dem Kautschukmantel sind kautschukähnliche Substanzen noch in gewissen Gewebspartien der Fruchtwand enthalten, welch letztere noch harz-, schleim- und fettartige Inhaltskörper führen. In jungen Früchten sind die Kautschukzellen sehr plasmareich und enthalten Milchsaft. Nach Warburg beträgt in frischen, reifen Früchten von *Struthantus syringifolius Mart.* der Kautschukgehalt etwa 7,5 Proz., die getrockneten Früchte enthalten nach Fendler 26,37 Proz. durch Tetrachlorkohlenstoff extrahierbare Stoffe, von denen 15,02 Proz. aus Kautschuk, der Rest aus Harz bestehen[6]). Der Kautschuk wird entweder aus getrockneten, reifen Früchten

1) H. Roß, Der anatomische Bau der mexikanischen Kautschukpflanze »Guayule«, *Parthenium argentatum A. Gray.* Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1908a, p. 260.

2) Tropenpflanzer, 1907, p. 263; ebenda Ludewig, Die Kautschukkultur in Mexiko **14,** p. 512.

3) Ludewig, l. c., p. 520.

4) O. Warburg, Die Kautschukmisteln. Tropenpflanzer **9,** p. 633 ff.

5) H. Iltis, Vorkommen und Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CXX, Abt. I, März 1911.

6) Warburg, l. c., p. 638. — Iltis, l. c., p. 45 (Sonderabdruck).

durch Mahlen und Stampfen gewonnen oder es werden behufs der Gewinnung die unreifen Früchte zwischen Walzen ausgepreßt und aus dem ausgepreßten und durch ein Sieb von Schmutz befreiten Milchsaft durch Kochen der Kautschuk ausgeschieden. Der Rohkautschuk, in Venezuela »Tinakautschuk« genannt, ist außen dunkelbraun, beim Anschneiden innen rötlichgrau bis grauweiß; er läßt sich gut vulkanisieren. Die erste Anregung zur praktischen Verwertung der Kautschukmisteln wurde von G. Knoop, Direktor der Venezuela-Eisenbahngesellschaft gegeben; bereits im Jahre 1905 brachte man Mistelkautschuk auf den Markt, das Kilogramm wurde auf 7—8 Mark geschätzt. In diesem Jahre betrug die Produktion etwa 100 t (Warburg, l. c., p. 635).

Asien. Asien beherbergt eine große Zahl von kautschukliefernden Pflanzen; die Menge und auch die Qualität des asiatischen Kautschuks stehen jedoch bedeutend hinter der des amerikanischen und afrikanischen. Die vorzüglichsten Kautschukpflanzen des tropischen Asiens sind *Ficus elastica*, *Urceola elastica* und mehrere *Willoughbya*-Arten. Die Hauptmasse des Assam-, Penang-, Singapore- und Javakautschuks stammt von erstgenannter Pflanze, während *Urceola*- und die *Willoughbya*-Arten den Borneokautschuk liefern. Kleinere Mengen, der sogenannte Palaykautschuk, werden von *Cryptostegia grandiflora* gewonnen. Von dem französischen Forscher Jumelle wurden in neuerer Zeit im französischen Indochina noch eine Reihe von Pflanzen als kautschukliefernd aufgefunden: *Ecdysanthera micrantha DC.*, *Xylinabaria Reynaudi Jum.*, *Chonemorpha macrophylla Don*, weiteres gleichfalls von einem französischen Botaniker (Quintoret) *Micrechites napeensis Quint.* Französisch Indochina, sowie das ganze Südostasien sind auch die Heimat einer bereits früher auf Kautschuk ausgebeuteten Pflanze *Parameria glandulifera Benth.* Das Produkt letztgenannter Pflanzen ist mitunter von hervorragender Güte, erscheint jedoch in geringen Quantitäten auf dem Weltmarkt, so daß es derzeit für die deutsche und englische Industrie keine besondere Bedeutung besitzt.

Ficus elastica, in Java »Karet«, im mittleren Sumatra »Kadjai«, in Bengalen »Kusnir« genannt, ist ein mächtiger Baum mit einer durchschnittlichen Höhe von 30 m, dessen Verbreitungsgebiet sich von den unteren Tälern des östlichen Himalaya bis zur Südspitze der Halbinsel Malakka, dann über ganz Sumatra und den regenreichen westlichen Teil von Java erstreckt. Die Art und Weise der von den Eingeborenen besorgten Gewinnung ist eine äußerst primitive. Der Baum wird an allen Teilen angezapft. Der aus den unteren Stammpartien fließende Milchsaft wird in Erdlöchern oder in großen, trichterförmig gedrehten Blättern aufgefangen, dann durch kochendes Wasser zum Gerinnen gebracht und so lange umgerührt, bis er so fest geworden ist, daß er in

Körben transportiert werden kann. Die geronnene Masse wird gepreßt, noch einmal ausgekocht und in der Sonne getrocknet. Auf diese Weise werden große, unregelmäßige Klumpen hergestellt (Semler, l. c.). Werden obere, näher der Baumkrone liegende Stammteile angezapft, so läßt man den unmittelbar nach der Verwundung austretenden Milchsaft, der ziemlich viel Wasser enthält, auf den mit Matten, Bananen- oder anderen großen Blättern bedeckten Boden herabträufeln, woselbst er, der Sonne ausgesetzt, rasch koaguliert. Den größeren Teil des Latex läßt man jedoch in der Schnittwunde zurück; dort koaguliert er wohl langsamer, gibt aber ein besseres Produkt, als es das auf dem Boden gesammelte ist[1]). Der in den Wunden durch freiwillige Koagulierung des Latex ausgeschiedene Kautschuk wird nach 1—2 Tagen abgekratzt und mit verschiedenen, zufällig hineingeratenen oder von den Arbeitern absichtlich beigemengten Verunreinigungen zu kleinen Bällen zusammengerollt oder in Fäden, Streifen vom Baume abgezogen, auch auf Tonteller aufgestrichen[2]). In Tjikandivedik auf Java wird der Saft auf Blechplatten aufgefangen und sobald die geronnene Masse fleischfarben geworden ist, zu faustgroßen Stücken geknetet. Nach Entfernung der anhaftenden Rindenteile werden die Stücke auf Stellagen aus Eisengaze im Schatten bei Luftzutritt getrocknet[3]). — Infolge der von den Eingeborenen und Europäern jahrelang betriebenen Raubwirtschaft ging die Produktion des wilden Kautschuks von *Ficus elastica* immer mehr zurück; es bestand die Gefahr, daß dieser Baum als kautschukliefernd ganz verschwinden würde. Es wurde daher bereits im Jahre 1861 von der holländischen Regierung begonnen, *Ficus elastica* auf Java und Sumatra zu kultivieren. Später wurden *Ficus*-Kulturen in Assam, auf Ceylon und in Neu-Guinea angelegt, durchweg mit solchem Erfolg, daß der heute von den genannten Ländern exportierte Kautschuk zum allergrößten Teil von kultivierten Bäumen gewonnen wird. Namentlich die holländische Forstverwaltung ließ es sich angelegen sein, verbesserte Anzapfungs- und Aufbereitungsmethoden einzuführen[4]). Nach v. Gelder (l. c., p. 659) wird auf verschiedenen Pflanzungen Javas heute folgendes rationelle Aufbereitungsverfahren angewendet: der in Bechern aufgefangene Latex wird in Eimern gesammelt und durch Siebe aus Kupferdraht gesiebt und dann erst koaguliert. Die Koagulierung wird derart durchgeführt, daß man zunächst den sogenannten »Bibit« herstellt, d. i. bereits dick

1) Busse, Kautschukkultur in Deli. Tropenpflanzer **10,** p. 405.

2) Tschirch, Indische Nutzpflanzen. 1892, p. 199. — O. Warburg, *Ficus*-Kautschuk. Tropenpflanzer **3,** p. 434.

3) Warburg, l. c., p. 435.

4) A. van Gelder, Einiges über Gewinnung und Bereitung des Kautschuks von *Ficus elastica*. Tropenpflanzer **15,** p. 651 ff.

gewordenen Latex. Zu einer kleinen Menge »Bibit« fügt man unter fortwährendem Umrühren langsam den frischen Latex zu. Wenn der ganze zur Verfügung stehende Milchsaft beigefügt ist, rührt man weiter, bis die ersten Anzeichen der Gerinnung sich zeigen, dann läßt man die ganze Masse bis zum nächsten Tage stehen. Der Kautschuk scheidet sich langsam von selbst ab. Dieses Stehenlassen des Latex nach Zugabe von Bibit hat insofern eine Bedeutung, als dabei ein besseres, helleres Produkt erhalten wird, während dieses minderer Güte ist, wenn man in einemfort rührt, bis der Kautschuk sich völlig abgeschieden hat. Dann wird der Kautschuk in der Waschmaschine zu Crèpe-Kautschuk verarbeitet oder zu Würsten geknetet, die in Bänder geschnitten werden, hierauf durch 24 Stunden in Wasser gelegt und nun erst getrocknet, wobei er eine hellviolettrosa Färbung annimmt. Die Gefäße und Siebe werden abgewaschen und der in dem Waschwasser befindliche Kautschuk wird durch vorsichtiges Kochen abgeschieden und dann ebenfalls zu Crèpe oder Ballen verarbeitet. Der in den Wunden zurückgebliebene Kautschuk wird den nächsten Tag als Scraps gewonnen und zu Blocks oder Ballen geformt. Endlich wird der in den Sieben zurückgebliebene, bereits in der Pflanzung koagulierte Kautschuk, der mit verschiedenen Verunreinigungen vermischt ist, als »Lump« abgesondert; er hat als Abfallprodukt keine besondere Bedeutung. — Die Erfahrung lehrte, daß alte *Ficus*-Bäume eine reichlichere Ausbeute als junge geben, daß die Menge des Latex gegen den Gipfel zunimmt und ferner, daß die von höheren Stammpartien herrührende Milch haltbarer ist als die von den unteren Teilen gewonnene. Der Kautschukgehalt des Latex wechselt mit der Jahreszeit; in den Monaten Februar bis April und im August ist er am höchsten, er beträgt da etwa 30 Proz., in den anderen Monaten sinkt er bis auf 10 Proz.[1]). — Die beste Sorte des indischen Kautschuks, der Assamkautschuk, ist glänzend und hat eine rötliche Farbe von fleckigem Aussehen; der gut zubereitete Javakautschuk ist hellviolettrosa. Aller *Ficus*-Kautschuk wird mit der Zeit dunkler und leicht klebrig.

Bezüglich des Borneokautschuks hatte man früher angenommen, daß derselbe von *Urceola elastica*, der ältesten aus Asien bekannten Kautschukpflanze, einem kletternden Strauche Borneos, stammt; nach neueren Forschungen hat es sich jedoch herausgestellt, daß es vorzugsweise *Willoughbya*-Arten sind (die wichtigste Form *W. firma Blume*), welche diese Kautschuksorte liefern[2]). Die Zweige der betreffenden Kletterstäucher werden in Stücke geschnitten und an einem Ende ins Feuer gehalten; am anderen Ende fließt der Milchsaft aus, dessen Gerinnung durch Kochen mit Salz- oder Kalkwasser beschleunigt wird.

1) Roxburgh, l. c. **3**, p. 542 ff. — O. Warburg, l. c. **3**, p. 434.

2) O. Warburg, l. c. **3**, p. 428.

Der Borneokautschuk kommt in den Handel in Form von Ballen oder formlosen Massen, die schmutzig weißgrau, im Inneren lichter gefärbt, sehr porös und schwammig sind; die Poren sind mit Salzwasser gefüllt[1]). Kautschukstücke (Platten), welche außen dicht, innen porös sind und viel Flüssigkeit enthalten (18—20 Proz. Wasser), nennt man im Handel Kautschukspeck oder Speckgummi.

Die Kautschukproduktion Asiens ist in dem letzten Dezennium des vorigen Jahrhunderts zurückgegangen, da infolge des bei der Gewinnung angewendeten barbarischen Verfahrens die Bestände der wildwachsenden Kautschukbäume bedeutend gelichtet wurden. Erst zu Beginn des 20. Jahrh., als sich die Erfolge des Plantagenbetriebes und der auf den Plantagen geübten rationellen Herstellungsmethoden einstellten, macht sich eine kontinuierliche Steigerung der Produktion an Kautschuk bemerkbar. Weitaus der größere Teil des aus Asien exportierten Kautschuks ist Plantagenkautschuk, der allerdings nicht nur von *Ficus*- und *Willoughbya*-, sondern auch (der größere Teil) von *Hevea*- und *Castilloa*-Pflanzungen stammt. Ceylon führte im Jahre 1909: 407677 Pfd., 1910: 1087620 Pfd., die vereinigten Malayischen Staaten 1909: 6083993 Pfd. und Java, dessen Kautschuk-Produktion derzeit noch unbedeutend ist, im Jahre 1909: 250000 Pfd., 1910: 442000 Pfd. aus. (Tropenpflanzer XV, p. 495, 691, 582.) Die Gesamtproduktion Asiens mit den indo-australischen Inseln betrug im Jahre 1900 rund genommen 2339000 kg.

Jelutongkautschuk. Auf Borneo, Sumatra und in den vereinigten Malayastaaten kommen milchsaftführende Bäume aus der Familie der *Apocynaceen* vor, welche einen Kautschuk minderwertiger Güte liefern, der unter dem Namen »Jelutongkautschuk«, »Jelutong-Gummi«, »Borneomort«, »Dead Borneo«, »Getah Djelotong« in den Handel kommt. Als Stammpflanzen dieser Kautschuksorte werden bezeichnet: *Dyera costolata Hook. f.* (Dybowski[2]); *Dyera Lowii Hook. f., D. laxiflora Hook. f., Alstonia eximia Miq.* (Jumelle[3]); P. von Romburgh nennt noch einige andere *Alstonia*-Arten: *A. grandifolia Miq., A. scholaris R. Br., A. plumosa Labill, A. Maingayi,* welche ähnliche Produkte liefern[4]). Der Jelutongkautschuk ist eine Kautschuksorte minderer Qualität; das Rohprodukt enthält 8—15 Proz. reine Kautschuksubstanz, 25—40 Proz. Harz und sehr viel Wasser[5]),

1) Semler, l. c., p. 715. — Tschirch, l. c., p. 201.

2) Dybowski, Sur une source nouvelle de caoutchouc naturel. Compt. rend. 1911, CLII, p. 98.

3) Jumelle, Les Plantes à Caoutchouc et à Gutta. 1903, p. 65 und 452.

4) Tropenpflanzer **4**, p. 466.

5) Tropenpflanzer **16**, 1912, p. 212. Nach einem Referat in der »Gummizeitung« 1912 über den von Ph. Schidrowitz in »The India Rubber World« veröffentlichten Artikel.

wurde daher, früher wenigstens, nur als Ersatzmittel für Kautschuk und auch für Guttapercha verwendet. In neuerer Zeit versuchte man, den reinen Kautschuk aus Jelutong durch Extraktion zu gewinnen und dem auf diese Weise hergestellten Kautschuk werden von Dybowski besonders gute Eigenschaften zugeschrieben[1]). In den letzten Jahren hat die Produktion von Jelutongkautschuk eine erstaunliche Höhe erreicht. Sie betrug nach Schidrowitz im Jahre 1902 in der Provinz Serawak (im Süden von Brit. Nordborneo) allein 3526 ts. und 1909: 9027 ts. Nach demselben Berichterstatter führten die Vereinigten Staaten im Jahre 1910: 26000 ts. und 1911: 25700 ts. Jelutong ein[2]).

Der Milchsaft der Jelutongbäume wird häufig auch zum Vermischen mit den Milchsäften von *Willoughbya*-Arten genommen[3]).

Afrika. Die Kautschukproduktion Afrikas nimmt heute den zweiten Rang ein; Asien und Zentralamerika wurden in diesem Produktionszweige von Afrika überholt. Es hatte wohl gegen Ende des 19. Jahrhunderts den Anschein, als ob Afrika seinen Rang als Kautschukproduzent nicht werde weiter behaupten können, da infolge der irrationellen Ausbeutungsmethoden die Kautschukwälder nicht nur bedeutend gelichtet, sondern sogar zum größten Teile ganz zerstört worden sind. Wenn auch der Kautschukexport des gesamten Afrika im Jahre 1897 immerhin noch 11935000 kg betrug, so machte sich doch in den meisten in Betracht kommenden Gegenden Afrikas mit Ausnahme des Kongostaates eine Abnahme der Produktion bemerkbar, die aber nicht lange anhielt, da mit Beginn des 20. Jahrh. teils infolge des Auffindens neuer Kautschukpflanzen als neuer Kautschukquellen, teils infolge des nun bereits auf dem Markte zur Verwertung gekommenen Plantagenkautschuks die Kautschukproduktion Afrikas wieder im Steigen begriffen ist. Im Jahre 1900 wurden aus ganz Afrika etwa 16000 Tonnen Kautschuk exportiert, im Jahre 1903 betrug der Kautschukexport aus den wichtigsten Kautschukländern Afrikas (franz. Senegambien, franz. Guinea, franz. Sudan, Goldküste, Togo, Lagos, Kamerun, franz. Kongo, Kongostaat, Angola, Benguella, Portug. Ostafrika, Britisch-Zentralafrika, Deutsch-Ostafrika, Britisch-Ostafrika, Madagaskar) rund 19000 Tonnen[4]). Wie sehr die Kautschukproduktion in den letzten Jahren gestiegen ist, zeigen die Exportziffern Deutsch-Ostafrikas an Kautschuk allein. Sie betrugen 1909: 427303 kg., dagegen im Jahre 1889 nur: 190131 kg. (Tropenpflanzer XV, p. 227.)

Die Zahl der Kautschukpflanzen Afrikas ist eine sehr große; am

1) Dybowski, l. c., p. 100.
2) Schidrowitz, l. c., p. 212 und 213.
3) O. Warburg, Tropenpflanzer **3**, p. 531.
4) Reintgen, l. c., p. 173 ff.

wichtigsten sind die verschiedenen Arten der Gattungen *Landolphia*, *Kickxia (Funtumia)* und *Carpodinus;* aber auch Arten von *Ficus*, *Tabernaemontana*, *Mascarenhasia*, *Clitandra*, *Euphorbia* werden als Kautschuklieferanten Afrikas bezeichnet.

Die meisten *Landolphien* sind echte Lianen von meist ganz bedeutenden Dimensionen; einige wenige Arten sind schwächliche Kräuter mit starken, kriechenden Wurzelstöcken und einige Arten, gleichfalls an Zahl gering, sind größere Sträucher, die mit ihren weitausgreifenden Ranken benachbarte Sträucher und Bäume erfassen und diese als »Kletterstäucher« überwuchern (Reintgen, l. c., p. 144). Die echten Lianen sowie die rankenden Sträucher werden in ihren oberirdischen, holzigen Teilen auf Kautschuk »Lianenkautschuk« ausgebeutet, während die kleinen, schwächlichen Arten aus ihren unterirdischen Teilen den sog. »Wurzelkautschuk« geben.

Bei der Gewinnung des Latex aus den kautschukliefernden *Landolphien* werden die Pflanzen stets vernichtet. Nach einer von Holst[1]) auf eigener Beobachtung gegründeten Schilderung werden in Ostafrika von den Eingeborenen 2—3 m lange Stücke der Kautschukliane abgeschlagen, diese über zwei in dem Boden befestigte Paare von Gabelhölzern gelegt und an dem einen Ende ein aus der gehöhlten Frucht des Affenbrotbaumes (Mbuju) gefertigtes Gefäß angehängt, in welches der Latex abfließt. Aus den Sammelgefäßen wird der Latex in flache eiserne Kessel gebracht, daselbst über mäßigem Kohlenfeuer durch längere Zeit gekocht und mit einem hölzernen Löffel umgerührt, wobei er gerinnt und der koagulierte Kautschuk sich absetzt. Die geronnene Masse ist anfangs milchweiß, später rotbraun. Auf den Markt Ostafrikas gelangt eine Kautschuksorte, welche man »unreife Mossambik« nennt; nach K. Schumann wird sie gleichfalls durch Auskochen und zwar vorzugsweise der Wurzelrinde von *Landolphii Kirkii* gewonnen[2]). Dieser Kautschuk enthält stets beträchtliche Mengen von Rindengeweben und ziemlich viel Wasser. Aus dem nördlichen Ostafrika kommen auch die sog. »Mombas«, eine Kautschuksorte, welche aus großen, zusammengebackenen Klumpen, die sehr dicht und strukturlos sind, besteht[3]). — Die Koagulation des Milchsaftes wird in einzelnen Gegenden Ost- und Westafrikas durch einfaches Verdunsten bewerkstelligt. Die hierbei angewandte Methode ist eine sehr primitive: ist der Latex dickflüssig, so wird er von dem Kautschuksammler mit dem Finger auf ein dünnes, fingerförmiges Stückchen (Portugiesisch-Ostafrika) oder auf einen kleinen,

1) Deutsche Kolonialzeitung 1894, p. 81; in K. Schumann, »Die Kautschukpflanzen Ostafrikas«, p. 436.

2) K. Schumann, l. c., p. 437.

3) Derselbe, l. c., p. 436.

ballförmigen Kautschukkern geschmiert (Deutsch-Ostafrika). Ist aber der Latex dünnflüssig, so benetzen die Sammler damit Finger und Handflächen und schmieren nun die dickflüssig gewordene Milch auf Arme, Beine und Brust, wo sie teils durch die Wärme des Körpers, teils durch die saure Wirkung des Schweißes koaguliert und in dünnen Streifen abgezogen wird (Sambesi). Diese Streifen werden dann entweder um die kleinen fingerlangen Stäbchen gewickelt (sog. Spindeln, spindles), oder sie werden wie ein Knäuel Garn ohne festen Kern aufgerollt (sog. Bälle, balls). In Westafrika schneidet man die Streifen auch in quadratische oder unregelmäßige Stücke (sog. thimbles[1]). Der ostafrikanische, von *L. Kirkii* stammende, auf die oben beschriebene Weise gewonnene Kautschuk hat eine rosenrote Farbe, wird daher auch »pink rubber« genannt; auch geht dieser Kautschuk unter der Marke »Mozambique rouge« und »Moz. blanc« in den Handel. Häufig werden zur Koagulierung verschiedene, die Gerinnung befördernde Substanzen benutzt. In Casamanca (Senegambien) und Sierra Leone nimmt man zu diesem Zwecke Meerwasser, in Bissao den sauren Fruchtsaft der Kautschukliane selbst, womit der aus der Wunde hervorfließende Latex direkt am Stamme selbst bespritzt und zum Gerinnen gebracht wird. In Ostafrika wird vielfach Zitronensaft verwendet, wie aus den wiederholt im Rohkautschuk aufgefundenen Zitronenkernen geschlossen werden kann[2]). Im Kongogebiet wird der kautschukhaltige Milchsaft mit dem Safte der daselbst weit verbreiteten Bossanga-Pflanze (einer krautigen Zingiberacee aus der Gattung *Costus*) versetzt; einige Tropfen des Saftes genügen, um eine sofortige Koagulierung hervorzurufen. Ist die Bossanga-Pflanze nicht zur Hand, so wird im Kongostaat noch eine andere Methode angewendet, derzufolge die Abscheidung des Kautschuks durch Wasser bewirkt wird, das in vierfacher Menge dem Latex hinzugefügt wird. Die Kautschuksubstanzen sammeln sich als dicker Rahm an der Oberfläche[3]).

In Madagaskar ist die wichtigste Lianenkautschuk liefernde Pflanze *Landolphia madagascariensis K. Sch.*, dann nach Jumelle *A. Perrieri Jum.* und *L. sphaerocarpa Jum.* Weiter werden von demselben Forscher als wichtigere Kautschukpflanzen dieses Gebietes die von den Einheimischen »Nazandrano« genannte *Mascarenhasia longifolia Jum.* und eine im Südwesten der Insel auftretende, fast blattlose mit knollenartigen Anschwellungen an den Wurzeln versehene Euphorbiacee (einheimischer Name »Intisy«): *Euphorbia Intisy Dr. del Cast.* bezeichnet[4]). Der Milchsaft der in Madagaskar vorkommenden *Landolphien* wird, da

1) K. Schumann, l. c., p. 436.
2) O. Warburg, l. c. **3**, p. 315. — K. Schumann, l. c., p. 438.
3) O. Warburg, l. c. **3**, p. 316.
4) Jumelle, »Les Plantes à Caoutchouc et à Gutta«. 1903, p. 374 und 179.

die Stämme meist geringe Dicke besitzen, nicht mittelst Einschnitte gewonnen, sondern dadurch, daß die ganze Liane in Stücke von 15—30 cm Länge zerschnitten wird. Der herausfließende, blaßrosa gefärbte Latex wird durch Zusatz von Salzwasser oder Zitronensaft zum Gerinnen gebracht. Der gut zubereitete, in Madagaskar gewonnene Lianenkautschuk, im Handel mit »Madagaskar rose« bezeichnet, ist rosafarbig und zählt zu den besten Kautschuksorten. Die Kautschukproduktion Madagaskars betrug im Jahre 1907: 972391 kg. (im Werte von 5242637 frcs.[1]).

Wurzelkautschuk. Im Jahre 1888 wurde in Benguella eine Kautschuksorte bekannt, von der angenommen wurde, daß sie aus unterirdischen Knollen verschiedener krautartiger Kautschukpflanzen hergestellt wird. Ebenso unsicher wie die Gewinnung war auch die botanische Herkunft dieses Kautschuks. Erst durch die Untersuchungen von E. Laurent und R. Schlechter[2]) und insbesondere durch jene von H. Baum[3]) wurde festgestellt, daß die fragliche Kautschuksorte aus den fingerdicken, 2—3 m langen Wurzelstöcken (Rhizomen) gewonnen wird. Dieser Kautschuk führt den Namen Wurzelkautschuk, »caoutchouc des herbes«, oder »c. des prairies«, »c. des racines«, »c. des rhizomes«. Die oben genannten Forschungen, denen sich bald jene von L. Gentil und E. de Wildeman anreihten, haben ergeben, daß als Wurzelkautschuk liefernd folgende Pflanzen anzusehen sind: *Landolphia Thollonii Dew.* (Kongostaat), dann *Carpodinus chylorrhiza K. Sch.* (Süd-Angola), *C. leucantha K. Sch.* und in letzter Linie *C. gracilis Stapf.* (Kongostaat) und *Landolphia humilis K. Sch.* (Kongostaat). Was die Gewinnungsweise des Wurzelkautschuks betrifft, so teilt H. Baum (l. c., p. 478) mit, daß die Wurzelstöcke genannter Pflanzen von Negerkindern gesammelt und in Bündel zusammengeschnürt in das Dorf gebracht werden. Dort wird nun zuerst das Bündel in Wasser gelegt, dann an der Sonne getrocknet und die einzelnen Rhizome in 30—40 cm lange Stücke zerteilt. Letztere werden sodann auf einem Brett geschlagen, um die Rinde vom Holze zu trennen, die Rindenstücke hierauf solange mit einem Hammer bearbeitet, bis sie die Form eines Kuchens angenommen haben. Sind nun die gröberen Rindenteile entfernt, so wird der Kuchen gekocht und abermals geklopft, dann in viereckige Stücke geschnitten, diese noch einmal gekocht und im noch warmen Zustande zu runden Streifen von Fingerstärke geformt. Nach Baum kommt der Wurzelkautschuk in 3 Arten in den Handel: die eine Art, stark mit Sand vermischt, ist die, welche von dem an den Schnittflächen der zerteilten, gewässerten Rhizome angesammelten Kautschukstückchen herrührt; die zweite Art ist die

1) Tropenpflanzer **13,** p. 94.

2) O. Warburg, Tropenpflanzer **1,** p. 133.

3) H. Baum, Der Wurzelkautschuk im Kunenegebiet. Tropenpflanzer **4,** p. 475 ff.

durch Klopfen hergestellte und die dritte Art ist von geringerem Gewicht und faseriger Struktur, deren Stammpflanze nicht genau bestimmt werden konnte.

Im südl. Madagaskar wird aus zwei dort aufgefundenen *Mascarenhasia*-Arten: *M. Geayi Cost. et Pois.* und *M. Kidroa Cost. et Pois.* gleichfalls Wurzelkautschuk gewonnen. Die Methode der Gewinnung ist im wesentlichen dieselbe, wie die von Baum beschriebene [1]).

Kickxia-(Funtumia-)Kautschuk. Zu Beginn des Jahres 1895 hatten Eingeborene von Lagos beträchtliche Mengen einer bis dahin unbekannten Kautschuksorte, den »Seidenkautschuk« von Lagos, »Silkrubber« zum Markte gebracht. Die bot. Herkunft dieses Kautschuks war anfangs unbekannt. Engliche Botaniker, die der Sache zuerst nachgingen, bezeichneten die *Kickxia africana Benth.* als die Stammpflanze des Seidenkautschuks. Nun stellte sich aber auf Grund der eingehenden Untersuchungen von P. Preuß in Kamerun und Chalot in Gabon heraus, daß aus dem Milchsafte der *K. africana* kein Kautschuk hergestellt werden könne, daß vielmehr eine von Preuß im Jahre 1898 entdeckte neue *Kickxia*-Art es ist, welche den guten Silk-rubber liefert. Preuß hat die Pflanze im Notizblatt des bot. Gartens in Berlin (v. 20. Juli 1899) als *Kickxia elastica Preuß.* beschrieben. Noch im selben Jahre wies jedoch Stapf [2]) nach, daß zwischen den afrikanischen *Kickxia*-Arten und jenen von der Malayischen Halbinsel, für welch letztere die Gattung von Blume zuerst aufgestellt wurde, bedeutende Unterschiede bestehen und es mithin gerechtfertigt erscheint, die afrikanischen Arten als neue Gattung von den malayischen zu trennen. Stapf nannte die neue Gattung *Funtumia* und die von Preuß beschriebene *Kickxia elastica* nun *Funtumia elastica Stapf.* Preuß beschreibt die von ihm entdeckte, kautschukliefernde *Kickxia elastica Pr.* = *Funtumia elastica Stapf* als einen mächtigen, 30 m hohen Urwaldbaum, dessen Verbreitungsgebiet von der Goldküste über Lagos, Süd-Nigeria, Kamerun bis franz. Kongo geht. Von R. Schlechter wurden später, namentlich im Südosten von Kamerun, im Flußgebiet des Sanga und Ugoko, reiche Bestände der *K. elastica* aufgefunden. Abgesehen von dem Milchsaftreichtum und der guten Qualität des aus dem Latex gewonnenen Kautschuks hat *K. elastica* auch noch insofern eine große Bedeutung, als diese Pflanze nach den übereinstimmenden Urteilen von Preuß, Schlechter, Wohltmann und de Wildeman von allen Kautschukbäumen Afrikas sich am besten für die Kultur und den Plantagenbetrieb eignet. Über die Gewinnung des Lagos-Kautschuks teilt Henriques [3]) mit, daß in die Baumrinde längere Rinnen

1) Compt. rend. 1907, p. 1053.
2) Kew. Bull. Dezember 1899.
3) Henriques, l. c., p. 19.

geschlagen werden, die in eine vom Gipfel bis zum Grunde führende Hauptrinne münden, aus der dann der Milchsaft fließt und in einem untergestellten Gefäß gesammelt wird. Behufs Gerinnung bleibt nun der Latex, mit Palmblättern bedeckt, 12—14 Tage stehen, bis das Wasser verdunstet ist. Der Kautschuk wird dann geknetet und gepreßt und kommt in Form von Kugeln, Bällen in den Handel. In einzelnen Gegenden Kameruns und des Lagoshinterlandes werden noch heute die Bäume gefällt und aus den ringförmig um den gefällten Stamm eingehauenen Anzapfungskanälen der Latex gewonnen. Daß bei diesem Raubsystem die Kautschukwälder sich bedeutend gelichtet haben, ist begreiflich. — Der *Kickxia*-Latex unterscheidet sich von den Milchsäften anderer Kautschukbäume wesentlich dadurch, daß bei ihm die gewöhnlichen chemischen Koagulationsmittel vollständig versagen. Nach Fickendey wird dieses eigentümliche Verhalten teils durch die Kleinheit der Kautschukkügelchen (Globuloide), teils durch die chem. Zusammensetzung des Milchsaftes verursacht[1]. Schlechter schlägt als bestes Koagulationsverfahren das durch Kochen der Milch in irdenen Töpfen nach Zusatz der drei- bis sechsfachen Menge von Wasser vor, wobei beständig die Flüssigkeit umgerührt werden muß[2]. Auch die von Henriques angegebene Koagulationsmethode des Latex von *Kickxia* mittelst Alkohols (wodurch rasch und vollkommen koaguliert wird) wird von Henriques selbst der Kochmethode als dem rationellsten Verfahren nachgestellt.

Die *Kickxia*-Kultur nahm in den letzten Jahren in Kamerun einen hohen Aufschwung. 1910 waren in den Kamerun-Plantagen 7000 ha zum größeren Teil mit *Kickxia* bepflanzt, die allerdings heute noch keinen nennenswerten Ertrag liefern können. Der aus Kamerun exportierte Kautschuk ist derzeit noch der Hauptmasse nach Wildkautschuk, wovon im Jahre 1909: 1517000 kg. ausgeführt wurden[3].

Afrikanischer Abkunft sind auch die sogenannten »Flakes« (Flakgummi, Flocken), die geringste Kautschuksorte, welche zur Hälfte aus Harz besteht, daher sehr weich und schon oxydiert in den Handel kommt[4]. Die »Flakes« werden aus Milchsäften verschiedener Kautschukpflanzen in Liberia, der Goldküste und französisch Kongo hergestellt.

Hier sei auch noch des von O. Zürcher angegebenen Verfahrens, aus den Bananenfrüchten *(Musa sapientum* und *M. paradisiaca)* Kautschuk zu gewinnen[5], Erwähnung getan. Die Früchte werden an den

1) Fickendey, l. c., p. 205.

2) Nach Reintgen, l. c., p. 166.

3) Gummiwelt. 1912, p. 84.

4) Prinzhorn, l. c., p. 193.

5) O. Zürcher, D.R.P. 101325, 1896, in chem. Revue **2**, p. 53. — »Der Pflanzer.« 1907, p. 142.

Enden angeschnitten und nachdem die Hauptmenge des Saftes freiwillig ausgeflossen ist, der Rest desselben durch Zentrifugieren oder Auslaugen mittelst eines Lösungsmittels, wie Terpentinöl, gewonnen. Der Saft enthält 4,3 Proz. Trockensubstanz und in dieser 3,9 Proz. organische Substanz, wovon ein Teil Kautschuk ist, daher dieser in so geringen Mengen auftritt, daß eine praktische Verwertung der Bananen nach dieser Richtung hin wohl nicht rentabel ist. Beim Zentrifugieren scheidet sich der Kautschuk ohne weiteres in Form eines weißen Rahmes ab.

Verwendung des Kautschuks. Der Kautschuk fand anfangs nur Verwendung zum Auswischen von Bleistiftlinien, später auch zur Verfertigung von wasserdichten Schuhen (Gummischuhen) und anderer Bekleidungsstoffe, elastischer Gewebe; zu Pfropfen, Schläuchen, Schnüren, Verdichtungsplatten, Treibriemen, Walzenüberzügen usw.; als vulkanisierter Kautschuk[1]) hat er eine enorme Bedeutung erhalten und namentlich die Fahrrad- und Automobilindustrie konsumiert so große Quantitäten Kautschuk, daß nach neuen Kautschukquellen und guten Surrogaten dieser Substanz gesucht wird. Vulkanisierter Kautschuk wird zu den verschiedenartigsten Bekleidungsgegenständen, zu Luftkissen, Pneumatik der Fahrräder usw. verwendet. Als Hartkautschuk, Ebonit[2]) dient er zur Verfertigung zahlreicher Gegenstände, wie Kämme, chirurgischer Instrumente usw., die man früher aus Horn herstellte, zu schwarzem Schmuck usw. Ein sehr merkwürdiges Kautschukfabrikat sind die sogenannten künstlichen amerikanischen Schwämme (Kautschukschwämme, Moosgummi). Eine in den letzten Jahren bekannt gewordene Verwendungsweise des vulkanisierten Kautschuks ist die als Schutzmittel von Schiffsschrauben gegen die zerstörenden Einflüsse des Seewassers[3]). Geschmolzener Kautschuk dient zu Schmieren für luftdichten Verschluß. Gelöster Kautschuk wird zum Wasserdichtmachen von Zeug der verschiedensten Art verwendet.

Der Rohkautschuk kann als solcher, die besten Parasorten höchstens ausgenommen, keine Verwendung finden, muß vielmehr behufs weiterer Verarbeitung einer Reihe von Manipulationen unterworfen werden, welche ihn für die verschiedenen Zwecke, denen das Fabrikat dienen soll, brauchbar machen. Die Manipulationen, die vor allem anderen der Be-

---

1) Vulkanisierter Kautschuk entsteht, wenn Kautschuk mit wenig Schwefel versetzt und dann kurz erhitzt wird. Der erste, der Kautschuk vulkanisierte, war Lüdersdorf (1832); Goodyer hat das Verfahren weiter verfolgt und sich patentieren lassen. S. Abschnitt über Chemie des Kautschuks, p. 525.

2) Ebonit wurde von Goodyer erfunden. S. Abschnitt über Chemie des Kautschuks, p. 525.

3) Tropenpflanzer **11,** p. 185.

freiung des Rohkautschuks von den Fremdkörpern (Wasser, Salze, Sand, Erde usw.) gelten, werden mit Hilfe verschieden gebauter Maschinen durchgeführt[1]).

Kautschuksurrogate. Bei dem Umstande, daß in den letzten Jahren der Konsum an Kautschuk riesig zugenommen hat — der Weltverbrauch an Kautschuk betrug im Jahre 1909 70 075 t[2]) — und das Rohprodukt trotz der neu aufgefundenen Kautschukpflanzen im Preise bedeutend gestiegen ist, ist es erklärlich, wenn die chemische Industrie bestrebt ist, das so wertvolle Naturprodukt auf künstlichem Wege — »synthetischen Kautschuk« herzustellen, beziehungsweise ein künstlich erzeugtes Ersatzprodukt dafür zu liefern. Diese »Kautschuksurrogate« spielen heute in der Industrie eine große Rolle; die wichtigsten sind jene, welche unter dem Namen »Faktis« oder »Factice« im Handel erscheinen. Dieselben sind in der Kälte hergestellte Additionsprodukte von Leinöl, Rüböl, Rizinusöl, Kottonöl und Chlorschwefel (weiße Faktis), oder sie werden durch Erhitzen der genannten Öle mit Schwefel erzeugt (braune Faktis[3]). Der »künstliche Kautschuk« aus Sojabohnen (Erfindung von Gössel und Sauer, D. R. P. Nr. 228 887[4]) ist nichts anderes als Faktis, zu dessen Herstellung die Erfinder anstatt eines der oben angegebenen Öle Sojabohnenöl verwenden[5]). Das auf den Markt unter dem Namen »Mineralkautschuk« gebrachte Produkt wird aus einzelnen Sorten natürlicher, in Amerika vorkommender Asphalte erzeugt. Endlich sei hier noch des »regenerierten Kautschuks« Erwähnung getan. Die bei der Verarbeitung des Rohkautschuks sich ergebenden Abfälle, sowie das verbrauchte, vom Konsum abgestoßene Altmaterial werden im mechanisch zerkleinerten Zustande oder mit Lösungsmitteln behandelt, frischem Kautschuk beigemengt und diese Mischungen als »regenerierter Kautschuk« zur Herstellung verschiedener Gummifabrikate, wobei es nicht auf besonders gute Qualität des Kautschuks ankommt, verwendet.

B. Guttapercha[6]).

Dieser Substanz kommt eine weit beschränktere Verbreitung im Pflanzenreiche zu, als dem Kautschuk. Man hat sie bis jetzt mit Sicher-

1) Clouth, Gummi, Guttapercha und Balata. 1899, p. 99 ff.

2) Nach »India Rubber Journal«. Tropenpflanzer **15,** p. 317.

3) Schmidt, Pharmazeut. Chemie. 1896, p. 1202. — R. Henriques, Über Kautschuksurrogate. Tropenpflanzer **2,** p. 81.

4) Tropenpflanzer **15,** p. 112.

5) Ebenda p. 173.

6) Richtiger: »Getah-pertcha«, soll »Milchsaft aus Sumatra« heißen. Tschirch, Ind. Heil- u. Nutzpflz., p. 203. Über den Ursprung des Namens »Guttapercha« s. auch Semler, l. c., p. 725, welcher statt des allgemein geführten »die Guttapercha« stets »das Guttapercha« schreibt.

heit nur in dem Milchsafte einiger Sapotaceen aufgefunden. Als Stammpflanze aller Guttaperchasorten hat man früher allgemein die seiner Zeit von Hooker (nach von Lobb und Oxley aus Singapore eingesandten Pflanzen) bestimmte *Isonandra Gutta Hook. (= Palaquium gutta Burck = Dichopsis Gutta Benth. et Hook.)* gehalten. Nach den Forschungen von Dr. W. Burck[1]) ist es jedoch erwiesen, daß *Palaquium gutta* heute im wilden Zustande auf Sumatra nicht mehr existiert, daß die dafür gehaltenen Pflanzen solche von *Pal. oblongifolium Burck* waren, von *Pal. gutta* also heute keine Guttapercha mehr gewonnen werden kann. Außer *Pal. oblongifolium* bezeichnet Burck noch als die wichtigsten guttaperchaliefernden Pflanzen: *Pal. borneense Burck*, *Pal. Treubii Burck* und *Payena Leerii Benth. et Hook.* Es werden noch einige andere *Payena*- und *Palaquium*-Arten als guttaperchaliefernd angeführt, doch ist deren Produkt durchweg minderwertig. Nur das von Schlechter auf Neu-Guinea aufgefundene *Palaquium Supfianum Schl.* dürfte als eine gute guttaperchagebende Pflanze Bedeutung erlangen[2]). In der Literatur finden sich noch als guttaperchaliefernd angegeben: einzelne Arten der Gattung *Euphorbia* und zwar *E. antiquorum L.*, *E. Cattimandao W. Elliot*, *E. nereifolia L.*[3]); dann aus der Gattung *Tabernaemontana: T. aff. laeta Mart.*, *T. grandiflora Jacq.* und *T. amygdalifolia Jacq.*[4]), *T. Donnell Smithii Rose.*[5]) und endlich aus der Asclepiadeen-Gattung *Calotropis* die Arten: *C. gigantea R. Br.* und *C. procera R. Br.*[6]). Die Produkte aller genannten Arten sind minderwertig und können höchstens als Ersatz für echte Guttapercha verwendet werden. Die Malayen kennen die Guttapercha seit langer Zeit und verwenden sie zu Heften und Griffen für Messer, Waffen und zu Axtstielen. Die erste Probe Guttapercha wurde nach Europa im Jahre 1656 von einem englischen Reisenden, John Tradescant, gebracht und von diesem als »Mazer Wood« beschrieben[7]). Die Probe kam in das Museum Tradescantium in South-Lambeth bei London, soll jedoch von dort heute spurlos verschwunden sein[8]). Das Produkt geriet in Vergessenheit, bis 1832 der englische Arzt Montgomery erfahren hatte,

---

1) Rapport omtrent een onderzoek naar de Getah-pertja-produceerende boomsorten in de Padangsche Bovenlanden. Batavia 1884.

2) R. Schlechter, Über die neue Guttapercha von Neuguinea. Tropenpflanzer **7**, p. 467 ff.

3) Collins, Jahresber. d. chem. Technologie. 1885, p. 1152. — Semler, l. c., p. 764.

4) Tropenpflanzer **6**, p. 484.

5) Preuß, Tropenpflanzer **5**, p. 101.

6) Semler, l. c., p. 746; O. Warburg, l. c. III, p. 310; Jumelle, l. c., p. 63

7) Clouth, Gummi, Guttapercha und Balata. Leipzig 1899, p. 138.

8) »Gummiwelt.« 1912, p. 368.

daß die Eingeborenen von Singapore sich zur Herstellung ihrer Axtstiele eines ganz besonderen Gummis bedienen, und es ihm gelungen war, näheres über diese seltsame Substanz zu erfahren. Montgomery verschaffte sich eine Probe der fraglichen Substanz, erkannte die merkwürdigen Eigenschaften derselben und berichtete 1843 seine Wahrnehmungen der Medical Board in Kalkutta. Gleichzeitig veranlaßte er den spanischen Arzt Dr. José d'Almeida, die Entdeckung der Royal Society of Arts in London anzuzeigen und Proben der Substanz dorthin zu senden. Die ersten Versuche, die in England über die Verwendbarkeit des Stoffes ausgeführt wurden, schlugen fehl, weshalb die englische Industrie die Substanz weiter nicht verwertete. Einige Proben gelangten jedoch nach Paris; dort wurde der Sache mehr Aufmerksamkeit geschenkt und als im Jahre 1845 Lagrénée größere Mengen Guttapercha nach Paris gebracht hatte, wurden dieselben genauer untersucht und mehreren Industriellen zur Verfügung gestellt. 1846 nahmen dann Alexandre, Cabriol und Duclos ein Patent auf die Verwertung der Guttapercha und damit (28. Juli 1846) war die Guttapercha in die europäische Industrie eingeführt und hatte sich ihrer kostbaren Eigenschaften wegen schon kurze Zeit nach ihrer Einführung zu großer industrieller Bedeutung aufgeschwungen. Das wichtigste Produktionsgebiet für Guttapercha ist heute noch immer Holländisch-Ostindien. Im Jahre 1910 wurden von dort 4464 t Guttapercha nach Europa und Amerika exportiert, wovon der größte Teil in der europäischen Industrie verarbeitet wurde[1]). — Da bei der Gewinnung der Guttapercha einfacher Raubbau getrieben wird und die Baumbestände größtenteils vernichtet werden, traten die beteiligten Kolonialregierungen schon in früheren Jahren der Frage der Kultur von Guttaperchabäumen näher. Die holländische Regierung legte bereits 1885 eine Guttaperchaplantage in Tjipetir auf Java an, woselbst heute eine Fläche von 2440 Acres mit *Palaquium oblongifolium* bepflanzt ist. England machte Versuche mit der Kultur von Gummibäumen in den Versuchsgärten zu Peradeniya und Heneratgoda auf Ceylon. Von den deutschen Kolonien scheint außer Kamerun insbesondere Neu-Guinea für die Anlage von Guttaperchakulturen eine Bedeutung zu gewinnen. (Nach dem Berichte von Dr. Schlechter im kolonialwirtschaftlichen Komitee vom 30. März 1911, im Beihefte zum Tropenpflanzer 1911, p. 256.)

Gewinnung der Guttapercha. Nach von Dr. Burck an Ort und Stelle gemachten Wahrnehmungen werden bei der Gewinnung des Latex die Guttaperchabäume gefällt, Einschnitte in die Rinde gemacht,

1) E. Warburg, Die 2. internationale Kautschukausstellung in London. 1911. Tropenpflanzer **15,** p. 538.

der Latex, welcher in kurzer Zeit diese Einschnitte füllt, mit einem an der Spitze hackenförmig gebogenen Instrument herausgekratzt und in aus der Spatha der Pinangpalme *(Areca Catechu)* hergestellten Spitzbeuteln gesammelt[1]). Daß bei einer solchen barbarischen Methode die großen Getah-Bäume immer seltener wurden und die Gefahr eines vollständigen Verschwindens dieser Bäume in ihrer Heimat drohte, ist nur zu leicht erklärlich. Man ist daher ernstlich daran gegangen, vor allem anderen ein rationelleres Verfahren der Milchsaftgewinnung ausfindig zu machen, wodurch die Existenz der Bäume nicht gefährdet ist[2]). Die Erfahrung lehrte, daß die Guttaperchabäume, ohne gefällt zu werden, ebenso behandelt werden können, wie die Kautschukbäume und auf diese Weise nicht nur eine reichliche Saftausbeute liefern, sondern daß auch an einem und demselben Baume die Gewinnung durch mehrere Jahre fortgesetzt werden kann. Burck empfiehlt auf Grund von Versuchen, in den lebenden Baum keilförmige Einschnitte zu machen, da man nach diesem Verfahren 1400 g von einem ausgewachsenen Baum jährlich gewinnen und diese Gewinnung 3—4 Jahre ohne Schaden fortsetzen könne[3]). Nach Dr. Obach fließt jedoch der Milchsaft, wenn der Baum verwundet wird, ehe er gefällt ist, viel langsamer und spärlicher aus und es soll das einer der Gründe sein, weshalb die Eingeborenen stets wieder zur alten Methode, die Bäume zuerst zu fällen und dann erst anzuzapfen, zurückkehren[4]).

Der frische Milchsaft ist weiß, mit einem Stich ins Graue, oft auch mit rosarotem Hauche versehen; beim Ausfließen wechselt er seine Farbe, er wird gelblichweiß, rötlich, selbst auch bräunlich, je nach der Art oder Varietät des betreffenden Baumes. Der ausfließende Latex ist entweder dünnflüssig *(Payena)* oder dickflüssig *(Palaquium)*. Kurze Zeit nach dem Ausfließen gerinnt der Milchsaft, der dickflüssige Latex früher als der dünnflüssige, scheidet aber dabei seine festen Bestandteile nicht, wie die Kautschukmilch, an der Oberfläche ab, sondern erstarrt zu einer porösen, schwammigen Masse. Selbst bei Aufbewahrung der Milch in gut verschlossenen Flaschen tritt diese Erstarrung ein[5]). Der in den Pinangbeuteln gesammelte, mit Rinden- und Holzstückchen verunreinigte, teilweise geronnene Saft wird vor seiner Erhärtung von den Sammlern von den groben Verunreinigungen befreit, in Wasser gekocht,

---

1) W. Burck, Rapport sur son exploration dans les Padangsche Bovenlanden, p. 33; nach Oesterle, Pharmak. Studien über Guttapercha. Bern 1893, p. 49. — Tschirch, l. c., p. 206.

2) Miquel, Sumatra, p. 82.

3) Burck, l. c.; nach Oesterle, l. c., p. 50.

4) Obach, Cantor lectures on Gutta Percha. 1898, p. 20.

5) Baumbauer, Journal f. praktische Chemie **78**, p. 277 ff.

dann mit den Händen zu Klumpen geknetet und die weiche, klumpenförmige Masse zu möglichst dünnen und flachen Streifen verarbeitet und an der Sonne getrocknet. Die getrockneten Stücke werden im Handel »rohe Guttapercha« oder »Getah muntah« genannt[1]). Diese rohe Guttapercha wird nun entweder sofort an Ort und Stelle oder erst nach längerer Zeit, in den Hafenstädten, noch einmal in Wasser gekocht, wobei das Wasser mit Zitronensaft oder Kokosnußöl versetzt wird. Die nun wieder weich gewordene Gutta wird noch einmal geknetet, dann in Blätter gerollt, gewaschen und in Form von Broten oder Blöcken gebracht, die nach dem Erkalten verschiffungsfähig sind[2]). Wenn die bei der Bereitung zufällig hineingeratenen oder absichtlich hinzugegebenen organischen Fremdstoffe nicht zum größeren Teile entfernt werden, so veranlassen dieselben die Bildung einer fauligen Flüssigkeit, welche die Stücke im Inneren zersetzt. Frische Guttapercha ist immer licht gefärbt, beim Kochen nimmt sie eine dunklere, bei den verschiedenen Arten verschiedene Farbe an. Die Gutta von *Payena*, deren Latex nicht am Stamme erhärtet, sondern im flüssigen Zustande in die Hütten gebracht und dort erst zur Erstarrung gebracht wird, daher weniger reich an Gewebsfragmenten ist, wird bei diesem Vorgange nur durch den Einfluß der Luft gelblich; die Guttapercha von *Palaquium*, deren Milchsaft am Stamme erstarrt und von diesem abgekratzt wird, färbt sich durch die Rindenfarbstoffe, welche von ihr beim Kochen aufgenommen werden. Es wird auch angegeben, daß die Sammler beim Kochen der Gutta absichtlich einen Farbstoff zusetzen, um dem Produkt die im Handel gewünschte Farbe zu geben (Clouth, l. c., p. 173).

Im Nordwesten von Borneo werden behufs Latexgewinnung an den Bäumen (die Sammler wählen nur ältere Bäume von 40—50 m Höhe und einem in Mannshöhe 1 m betragenden Stammumfange) zunächst die Kronen entfernt und hierauf in die Rinde im Abstande von 40—50 cm ringförmige Einschnitte gemacht. Der Latex, der 2—3 Tage lang ausfließt, wird in irgend einem Gefäß oder in Blättern gesammelt und in einem Topfe unter Zusatz von ein wenig Wasser $^1/_2$ Stunde gekocht. (Nach dem Berichte von Leys[3]).)

In neuerer Zeit beschäftigt man sich von Seite verschiedener Technologen mit der Frage, die Guttapercha durch Extraktion aus den Blättern und Blattstielen der betreffenden Bäume zu gewinnen. Die ersten diesbezüglichen Versuche führte E. Jungfleisch 1888 aus, der, von der Voraussetzung ausgehend, daß in allen Teilen der Guttaperchabäume

1) Die rohe Guttapercha wird häufig mit Sago, Sägemehl, Ton und Staub verfälscht.

2) Clouth, l. c., p. 173.

3) Ebenda p. 174.

Guttapercha enthalten sei, es unternahm, die Guttapercha mit verschiedenen Lösungsmitteln aus den Geweben zu extrahieren. Als bestes Lösungsmittel erwies sich Toluol. Diese Versuche, die, anfangs von Jungfleisch im kleinen unternommen, ein günstiges Ergebnis geliefert hatten, wurden später behufs einer allgemeinen praktischen Verwertung erweitert und es ward eine Reihe von Vorschlägen gemacht, wie die Guttapercha mittelst Extraktion auf die rationellste Weise zu gewinnen wäre. Einer der ersten diesbezüglichen Vorschläge rührt von Dieudonné Rigole[1]) her; nach demselben wird eine bestimmte Blättermasse in einem zu diesem Zwecke konstruierten Apparate mit heißen Schwefelkohlenstoffdämpfen behandelt, letztere werden kondensiert und der zur Aufnahme der Guttapercha verwendete Schwefelkohlenstoff wird von der reinen Guttapercha abdestilliert. Ein zweites Verfahren gibt H. E. Sérullas an[2]), der auch an der Ausführung der ersten Versuche von Jungfleisch mitbeteiligt war: das Rohmaterial (Blätter, Rinden und Holzteilchen verschiedener *Palaquium*-Arten) wird behufs Reinigung vor der Extraktion mit Alkalien unter Druck behandelt, darauf mit Toluol extrahiert und die filtrierte Lösung durch Azeton oder Essigäther gefällt. Der Niederschlag, der die wesentlichen Bestandteile der Guttapercha enthält, wird in einer Filterpresse filtriert und mit dem Lösungsmittel gewaschen. Nach W. Ramsay[3]) werden die zerkleinerten und mit heißem oder kaltem Wasser gewaschenen Zweige und Blätter der Guttaperchabäume mit Alkali behandelt, dieses entfernt und dann in einem geschlossenen Kessel bei 80—130° C mit Harzöl digeriert; mit der Lösung wird weiter so verfahren, wie Sérullas angibt. Obach endlich extrahiert die Blätter mit leichten Petroleumkohlenwasserstoffen, kühlt das Extraktionsmittel zur Fällung der Guttapercha ab und wäscht letztere bis zur Farblosigkeit mit frischem Lösungsmittel[4]). Die durch Extraktion gewonnene Guttapercha, die sogenannte »grüne Guttapercha« hat eine von Chlorophyll herrührende grünliche Färbung, während die aus dem Latex bereitete mit einem mehr oder weniger stark roten oder gelblichen Farbenton versehen erscheint. Die Eigenschaften der grünen Guttapercha sind denen der roten Guttapercha ganz gleich, ja übertreffen in gewisser Hinsicht letztere noch[5]) und es wäre daher gewiß wünschenswert, wenn die Extraktionsmethoden, weiter ausgebildet, Verwendung finden würden,

---

1) Engl. Pat. Spec., No. 4252, of March 3the, 1892; nach Obach, l. c., p. 46.

2) H. E. Sérullas, D.R.P. Nr. 88955; im Jahresber. f. chem. Technologie. 1896, p. 1066.

3) W. Ramsay, London, Engl. Pat. Nr. 17936 vom 30. Juli 1847; in chemische Revue **4**, p. 292.

4) Obach, l. c., p. 47. — Engl. Pat. Spec., No. 19046, of August 28the, 1846.

5) Grüne Guttapercha. Tropenpflanzer **2**, 1898, p. 67.

zumal bei ihrer Anwendung das Leben der Guttaperchabäume, trotz Gewinnung der Guttapercha, vollständig gesichert erscheint und auch jenes Pflanzenmaterial, das bei der alten Methode unbenutzt auf dem Waldboden liegen bleibt, ausgebeutet wird[1]). Das Abnehmen der Blätter schadet dem Baume gar nicht, da dieser ja selbst das Laub beständig abwirft und rasch erneuert.

Grüne Guttapercha wurde bereits im Jahre 1897 in den Vereinigten Staaten mit günstiger Aufnahme auf den Markt gebracht.

Im Handel der Produktionsländer wird eine große Zahl, der Qualität nach sehr verschiedener Rohguttaperchasorten unterschieden[2]). Semler (l. c., 1. Aufl., p. 620) gibt folgende drei als die wichtigsten an: »Gutta tuban oder taban« (in Singapore), dann das Produkt von Borneo, das einfach Guttapercha genannt wird und endlich »Gutta girek« (aus verschiedenen Quellen).

Verwendung der Guttapercha. Die rohe Guttapercha muß, sowie es beim Rohkautschuk der Fall ist, bevor sie den verschiedenen industriellen Zwecken dienlich gemacht wird, einer Reihe von Vorbehandlungen unterworfen werden, die alle das Ziel haben, den Rohstoff von den noch zurückgebliebenen Resten fremder Beimengungen als Sand, Holz und Rindenteile, Wasser und Luft zu befreien. Je höher die Ansprüche sind, die an das Rohmaterial gestellt werden, desto reiner muß letzteres sein. Die höchsten Ansprüche werden an die Guttapercha bei ihrer wichtigsten Verwendung, nämlich bei der als Isolierungsmittel für elektrische Leitungen, bei Herstellung submariner und unterirdischer Kabelleitungen gestellt. Außer zu der Kabelfabrikation findet aber die Guttapercha noch sonst eine sehr ausgedehnte und verschiedenartige Anwendung. Ihre Dehnbarkeit und Elastizität bei Temperaturen unter 50° C machen es möglich, ihr auf leichtere Weise Form zu geben, als dies bei Kautschuk der Fall ist, mit dem sie übrigens mehrere Verwendungen gemeinsam hat. Eine nächst wichtige Anwendung ist die zur Herstellung von Röhren für Kaltwasser-, Bier-, Wein- usw. Leitungen, von Treibriemen in nicht zu warmen Räumen, Geschirren und Gefäßen der verschiedensten Art. Weiter dient Guttapercha zur Abformung plastischer Gegenstände, zu verschiedenen chirurgischen Zwecken usw. Durch Auflösung der Guttapercha in Chloroform wird eine Art Kollodium, das sog. Traumatizin, bereitet, das arzneiliche Anwendung zum Verschluß von

---

1) Serrulas berechnete, daß ein 30jähr. Baum 25—30 kg Blätter trägt, die getrocknet 11 kg wiegen und nach seiner Methode 1000—1100 g Guttapercha liefern. Nach Clouth, l. c., p. 176.

2) Tschirch, l. c., p. 209. — Clouth, l. c., p. 180—193. Daselbst eine Zusammenstellung der Eigenschaften, Formen u. geogr. Herkunft von 44 Guttaperchasorten.

Wunden findet. Andere Guttaperchalösungen werden zur Herstellung wasserdichter Zeuge, zur Erzeugung verschiedener Lacke und Firnisse usw. verwendet. Guttapercha läßt sich so wie Kautschuk vulkanisieren und hornisieren, doch gehen bei diesem Prozeß ihre charakteristischen Eigenschaften verloren, weshalb vulkanisierter Guttapercha keine besondere industrielle Bedeutung zukommt. (Clouth, l. c., p. 212.)

Die Guttaperchaproduktion hat in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Der jährliche (1909) Import nach Deutschland allein betrug 5935300 kg im Werte von 12049000 Mk. (Tropenpflanzer XIV, p. 164). Bei dem großen Verbrauche dieses Rohstoffes ist man, so wie für Kautschuk, auch für Guttapercha bestrebt, einen künstlich erzeugten Ersatz in den Handel zu bringen. Solche Guttapercha-Surrogate versucht man auf die verschiedenste Weise herzustellen. Größtenteils werden Mischungen von Harzen, Wachs (Karnaubawachs), Ölen oder Asphalten mit oder ohne Zusatz von Kautschuk oder Guttapercha hierzu verwendet. Die wichtigsten Guttapercha-Surrogate dürften die Nigrite sein: Wenn man Kautschuk mit den Rückständen der Ozokeritdestillation zusammenknetet, erhält man eine Substanz, welche in mehrfacher Hinsicht der Guttapercha nahe kommt, ja ihr vielleicht überlegen ist; sie besitzt eine größere Isolierungsfähigkeit und eine bemerkenswert geringe (elektrische) Leitungsfähigkeit[1]). Weiter werden auch die bei der Guttaperchafabrikation sich ergebenden Abfälle sowie das Altmaterial wieder verwendet. Endlich spielen als natürliche Ersatzmittel der Guttapercha eine Rolle: die »gutta shee«, das Produkt von *Butyrospermum Parkii Kotschy*; das »Chicle-Gummi«, das aus dem Milchsaft von *Sapota Achras Mill.* gewonnen wird; der »Jelutongkautschuk« und die Balata.

C. Balata.

Dieser Körper wurde erst im Jahre 1857 durch S. Bleekrode in Europa bekannt[2]). Der Entdecker hielt ihn für Guttapercha und nannte ihn auch »Surinam-Guttapercha«. In Bezug auf Ausdehnung der Verwendung steht die Balata allerdings gegen Kautschuk und Guttapercha zurück, ist jedoch heute schon ein erheblicher Handelsgegenstand, der vorzugsweise in der englischen, neuerer Zeit auch in der deutschen Industrie Verwendung zu ganz bestimmten Zwecken findet. Das Hauptproduktionsgebiet der Balata ist Guayana und Venezuela. Der Balataexport aus Britisch-, Holländisch-, Französisch-Guayana und Venezuela betrug im Jahre 1909/10 rund genommen 2782000 kg[3]).

1) Chemische Revue über die Harz- und Fettindustrie. III, p. 28.

2) S. Bleekrode, De Surinaamsche Getah Pertsja. De Volksvlijt. Amsterdam 1857; nach Obach, l. c., p. 51.

3) »Gummiwelt.« 1911, p. 326.

Gewinnung der Balata. Der Baum, welcher die meiste Menge der im Handel vorkommenden Balata liefert ist der Bullet-tree Guayanas, *Mimusops Balata Gärtn. (= Sapota Mülleri Lindeu).* Diese Pflanze findet sich in ganz Guayana, auf Jamaika, Trinidad und in Venezuela vor; am häufigsten ist sie in den angeschwemmten Niederungen von Britisch und Holländisch Guayana zwischen den Ufern des Berbice und des Corentyne. Hier unterscheidet man zwei Varietäten des Bullet-tree, eine mit runden und eine mit ovalen Früchten; erstere liefert eine herbe, angeblich gerbstoffreiche, rötliche, letztere eine milde, angeblich gerbstoffarme, weiße Milch, die dicker und zäher als die Kautschukmilch ist. Die weiße Milch ist nicht nur als Nahrungsmittel (sie wird mit Wasser verdünnt von den Eingeborenen getrunken), sondern auch für die Erzeugung der Balata geschätzter. Die Stämme der Balatabäume werden seit alter Zeit zu Holzbauten verwendet, sie geben ein ungemein hartes, dauerhaftes Holz, das seiner rötlichen Farbe wegen von den holländischen Ansiedlern als »Paarden-fleesch« bezeichnet wird. Die Milch wurde früher von den Eingeborenen Guayanas nur als Genußmittel benutzt; erst später lernte man ihre vorzüglichen Eigenschaften im eingetrockneten Zustande kennen und erzeugte alsbald eine große Menge des Rohstoffes, dem man den Namen »Balata« gegeben hat. Wie zur Zeit der ersten Ausfuhr der Guttapercha aus Indien die Guttaperchabäume erbarmungslos gefällt wurden, um möglichst rasch eine große Menge von Guttapercha zum Verkauf bringen zu können, so verfuhr man anfänglich auch in Guayana und verfährt heute noch in Venezuela bei Erzeugung der Balata. Die Bäume wurden gefällt, auf Stützen horizontal gelegt, die Rinde in fußbreiten Abständen durch rund um den Stamm gehende Einschnitte verwundet und die reichlich ausfließende Milch in unten stehenden Gefäßen gesammelt. Ein Baum mittlerer Größe liefert auf einmal 3—6 kg Balata. In Venezuela wendet man heute Handpressen an, durch welche die Rinde einem starken Druck unterworfen wird. Eine Presse gibt in der Stunde 9—13 l Milch, was 2—3 kg reiner, getrockneter Balata gleichkommt[1]). Dieses Verfahren ist wohl ein außerordentlich lukratives, aber die Existenz der Bäume ist damit, wie schon oben erwähnt ist, vernichtet. In Holländisch und Britisch Guayana geht man heute sorgfältiger zu Werke. In Holländisch Guayana, besonders in Surinam, werden die Bäume angezapft. Das geschieht in der Weise, daß in die Rinde, die vorher sorgfältig gereinigt worden war, bis zu einer Höhe von 20 Fuß miteinander verbundene, rinnenförmige Einschnitte gemacht werden, so daß der Latex von einer Rinne in die andere fließen kann. Die Einschnitte

1) Clouth, Gummi, Guttapercha und Balata. Leipzig 1899, p. 218.

gehen nicht allzutief, jedenfalls nicht bis zum Kambium, da die Sammler ganz gut wissen, daß die gute Balatamilch in der unmittelbar unter der Borke liegenden, äußeren Rinde in größerer Menge enthalten ist, während die innere Rinde wohl auch milchsafthaltig, doch der Latex hier reich an Wasser und Tannin und arm an Balata ist[1]. Der Baum erträgt auf diese Weise das Anzapfen besser und die Wunden können leichter heilen. Die Milch wird nun am Fuße des Baumes in der Fruchtschale der *Crescentia Cujete* oder in einem Gefäß aus Eisenblech aufgefangen, von da in ein größeres, mit Handgriffen versehenes Gefäß, »Gooba« genannt, übergegossen und in diesem entweder sofort auf den Verkaufsplatz gebracht oder vorher in flachen Kühlbecken, die aus dem Holze einer Palisadenpalme, *Euterpe globosa Gärtn.*, verfertigt sind, 2—3 Tage einem Gärprozeß unterworfen. Aus dem Kühlbecken wird der Latex in das Trockenbecken gegossen, das den einheimischen Namen »Drabi« führt. Nach 2—3 Tagen Stehens in dem Drabi ist die obere Schichte geronnen. Des Morgens früh wird nun die zu wiederholten Malen sich hautartig absondernde Balata, bei einer Dicke von beiläufig $^1/_4$ Zoll, als sogenanntes Balatafell abgenommen, im Schatten getrocknet und nach einer Woche transportfähig. Ein Fell wiegt durchschnittlich 30 kg[2]. — In Britisch Guayana werden am Stamme mehrere Längsschnitte gemacht, zwischen denen man einzelne Rindenstreifen abnimmt, einzelne stehen läßt. Die abgenommene Rinde wird gepreßt und der Latex, den man hier »Purvio« nennt, in Holzgefäßen gesammelt. Ein mittelgroßer Baum liefert bei dieser Methode 1 kg Balata, doch kann im nächsten Jahre derselbe Baum wieder angezapft werden, nur muß eine neue Rindenpartie zum Ausschneiden gewählt werden, denn erst nach zwei Jahren sind die Wunden geheilt. Beim Sammeln der Milch zieht man Holzgefäße vor, da eiserne Gefäße das Produkt schwärzlich färben, wodurch der Handelswert der Balata ein geringerer wird. Der Latex wird während der Regenzeit (am besten am Ende dieser Zeit) gesammelt. — Hier sei noch erwähnt, daß von Frank und Marckwald ein Verfahren angegeben wurde, nach welchem die Balata aus den zerkleinerten Pflanzenteilen (Blätter, Holz) durch Behandeln letzterer mit verdünnten Lösungen von Ätzalkalien oder normalen Alkalikarbonaten bei etwa 5 Atmosphären Druck gewonnen werden kann[3]. Die nach dieser Methode abgesonderte Balata zeichnet sich durch besondere Reinheit und Harzarmut aus. —

1) Berkhout, Welche Verordnungen sind in Niederländisch Ost- und Westindien erlassen, um die Erhaltung der Balata-, bzw. Guttapercha- und Kautschukbestände zu sichern. Tropenpflanzer **8**, p. 76.

2) Obach, l. c., p. 52. — Clouth, l. c, p. 220. — Berkhout, l. c., p. 78.

3 Deutsches Reichspatent Nr. 165997 vom 10. Dez. 1903. — Gummizeitung **20**, p. 233; nach Ditmar, Analyse des Kautschuks usw., p. 81.

Der geronnene Latex bildet eine graue, braune oder weißlich rötliche, stark poröse, schwammige oder hautartige Masse, die sich seifig anfühlt. Die rohe Balata enthält gewöhnlich wenig Gewebsfragmente (Holz und Rindenteile); oft aber wird ihr Kalk zugesetzt, selbst bis 10 Proz. Dies scheint deshalb zu geschehen, um dem Produkt die nötige Konsistenz zu geben, wenn dasselbe aus einem Milchsaft gewonnen war, der mit Wasser gefälscht wurde. (Clouth, l. c., p. 221.) Die Balata wird mit dem Milchsaft zweier anderer Sapotaceen, welche »Mampa« und »Dukalli« heißen, versetzt; dann wird sie schwarz; die braune Farbe kann mit Zitronensaft wieder hergestellt werden[1]. Berkhout teilt mit (l. c., p. 78), daß in Surinam die Balatamilch mit dem Saft des »Bati-Boti-« Baumes (*Ambelania acida Aubl.*, zu den Apocynaceen gehörig), vermischt wird, um eine schöne rote Farbe zu erzielen. Das Produkt ist wachsartig, im erwärmten Zustande in hohem Grade plastisch und zu gleicher Zeit elastisch. Graue Balata kommt in den Handel in Form von Häuten oder von Blöcken (80 cm lang und 40 cm breit), rote Balata in Form von Platten von 1—2 cm Dicke.

Verwendung der Balata. So wie Kautschuk und Guttapercha muß auch Balata, bevor sie verschiedenen technischen Zwecken dienen soll, einer Reihe von Vorbearbeitungsprozessen unterzogen werden, welche denen für die Herrichtung der Guttapercha verwendeten ähnlich sind. Die wichtigste Anwendung der Balata ist die zur Fabrikation von Treibriemen in kühlen Räumen; namentlich zum Antrieb von Dynamomaschinen werden Balatatreibriemen bevorzugt. Dann wird Balata zur Herstellung von Gummischuhsohlen, Schweißblättern, Matrizen verschiedener Art und in der Zahntechnik verwendet. Auch als Zusatz zu Guttapercha und Kautschuk, wenn diese ganz bestimmte Eigenschaften haben sollen, soll Balata gute Dienste leisten. In unvermischtem Zustande scheint jedoch Balata als Ersatz von Guttapercha seltener Verwendung zu finden, da die Eigenschaften dieser Körper, namentlich das Verhalten an der Luft und im Licht, bei Temperaturänderung denn doch zu verschiedenartig sind. Balata läßt sich gut vulkanisieren.

IV. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Körper der Kautschukgruppe.

1. Der Kautschuk.

Die verschiedenen Methoden, welche dem früheren nach, zur Gewinnung des Rohkautschuks aus dem Latex angewendet werden, bedingen es, daß das Handelsprodukt ein Gemisch aus den verschieden-

1) Preuß, Wirtschaftl. über Surinam. Tropenpflanzer **3**, p. 409.

artigsten Substanzen darstellt. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Methoden werden alle nicht flüchtigen Bestandteile des Milchsaftes dem Handelsprodukt ohne weiteres einverleibt, aber selbst bei jenen Gewinnungsarten, die eine Trennung der wässerigen Anteile von den unlöslichen, organischen ermöglichen könnten, wird einerseits diese Trennung kaum sorgfältig ausgeführt, andererseits aber die gesamte, unlösliche, organische und unorganische Substanz ohne weitere Trennung zusammengeerntet.

Jeder Rohkautschuk enthält daher neben der eigentlichen Kautschuksubstanz noch stets Wasser, mineralische Verunreinigungen (Aschenbestandteile), Zucker, Eiweiß und sogenannte Kautschukharze.

Betrachten wir zunächst die Natur- und Mengenverhältnisse dieser Begleitstoffe des Kautschuks im Rohprodukt, so zeigen die in der folgenden Tabelle II zusammengestellten Untersuchungsergebnisse von Spence[1]), die sich auf unmittelbar aus dem Handel bezogene Proben beziehen, innerhalb welcher ziemlich weiten Grenzen der Wassergehalt des Rohkautschuks schwankt.

Die mineralischen Bestandteile stammen einerseits aus dem Milchsaft selbst, in welchem sie nach Spence[2]) als Alkalisalze (vorwiegend Kaliumverbindungen) teils gelöst, teils als unlösliche Phosphate, Sulfate und Oxalate des Kalzium und Eisens vorkommen, andererseits aus dem Boden und den Reagentien, die zum Gerinnen des Milchsaftes angewendet werden.

Esch[3]) fand in gewaschenen, von groben erdigen Beimengungen befreiten und getrockneten Handelssorten die in der Tabelle I verzeichneten Gehalte, aus denen ersichtlich ist, daß die guten Sorten nur wenig über 1 Proz. an Aschenbestandteilen enthalten.

Tabelle I.

Sorte	Aschenbestandteile Proz.	Eiweiß Proz.	Sorte	Aschenbestandteile Proz.	Eiweiß Proz.
Para fine . . .	1,1	2,9	Kassai . . .	2,1	7,9
Para extrafine .	1,3	4,1	Oberkongo . .	3,2	12,4
Ceara	4,5	3,3	Madagaskar .	1,2	6,8
Kolumbia . . .	1,0	3,5	Mozambique .	1,9	6,1
Westindien . .	3,2	10,4	Borneo Ia . .	2,2	10,8
Massai	2,8	7,4	Borneo IIIa . .	3,8	14,9

Die in dem Kautschuk bisher nachgewiesenen Zucker gehören durchweg der Gruppe der zyklischen Zuckerarten oder Hexahydrobenzole an. Der von

1) Quaterly Journ. Liverpool 1906, p. 75.
2) Chem. Zentralbl. 1908, I, p. 744.
3) Heil und Esch, Gummifabrikation. 1906, p. 21.

Girard aus Kautschuk von Gabon zuerst isolierte Zucker, dem er den Namen Dambonit (Smp. 190°) beilegte, wurde als Dimethyläther des i. Inosits $C_6H_6(OH)_4(OCH_3)_2 + 3H_2O$ erkannt, der von demselben Forscher[1]) später im Borneokautschuk aufgefundene Bornesit Smp. 175° erwies sich hingegen als Monomethyläther des Inosits $C_6H_6(OH)_5OCH_3$). Ebenso ist auch die 3. Zuckerart, welche Girard[2]) im Kautschuk von Madagaskar nachwies und mit dem Namen Matezit bezeichnete als ein Methyläther des Inosits anzusehen. Sie schmilzt bei 180°, entspricht der Formel $C_{10}H_{20}O_6$ und spaltet beim Erhitzen mit JH Jodmethyl ab.

Die N-haltige, organische Substanz, welche beim Behandeln mit Chloroform und anderen Kautschuklösungsmitteln ungelöst zurückbleibt, wurde von Spence[3]) als Eiweiß erkannt. Sie ist in verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich, gibt die Xanthoproteinreaktion, aber nur undeutlich die Millonsche Reaktion. Mikroskopische Untersuchungen haben gezeigt, daß dieser Eiweißkörper die Masse in Form äußerst feiner Fasern und Häutchen durchzieht. Über die ziemlich wechselnden Gehalte des Rohkautschuks an Eiweißsubstanzen geben die in der Tabelle I mit aufgenommenen Werte näheren Aufschluß.

Als Kautschukharze bezeichnet man im allgemeinen die in Azeton und Alkohol löslichen Anteile des aus dem Latex gewonnenen Rohkautschuks und ihre Menge ist für die Beurteilung der Handelsware insofern von großer Bedeutung, als ein Kautschuk gewöhnlich technisch für um so wertvoller gilt, je weniger Harze er enthält. Mit der quantitativen Bestimmung der Harze im Rohkautschuk haben sich eine größere Zahl von Forschern wie Terry[4]) Weber[5]), Henriques und Sortin[6]), Ditmar[7]) Spence[8]), Esch[9]) und Liebschütz[10]) beschäftigt und seien im nachstehenden aus dem vorliegenden Untersuchungsmaterial die von Ditmar (Tabelle III) und Spence (Tabelle II) bekanntgegebenen Versuchsreihen, die sich auf unmittelbar aus dem Handel bezogene Proben beziehen, mitgeteilt.

Wie Ditmar[11]) hervorhebt, hat auf die Harzbestimmung im Rohkautschuk die Art seiner Trocknung einen großen Einfluß. Sie darf niemals im Trockenschrank selbst unter 100° C erfolgen, weil schon bei

1) Compt. rend. **77** (1873), p. 995.
2) Compt. rend. **110** (1890).
3) Chem. Zentralbl. 1908, I, p. 744.
4) Journ. soc. chem. Ind. 8 (1889), p. 173, 11, 970.
5) Chem. Zeitg. **18** (1894), p. 1003.
6) Gummikalender. 1906.
7) Die Analyse des Kautschuks. 1909, p. 162.
8) Quaterly Journ. Liverpool 1906, p. 75.
9) Gummiwarenfabrikation von Heil und Esch, p. 21.
10) Gummizeitg. **21** (1906), p. 336.
11) Analyse des Kautschuks, p. 162.

Tabelle II.

Kautschuksorte	Feuchtigkeit Proz.	Harz Proz.	Reinkautschuk Proz.	Rest Proz.
Para, hard cure	14,30	2,73	71,09	11,71
Ceylon Para	0,53	3,93	90,38	5,03
Gold Coast, hart lump	8,74	19,72	69,22	2,37
Gold Coast, soft lump	10,90	17,71	67,40	4,24
Para, Gold Coast	0,27	2,31	93,92	3,30
Gold Coast niggers	8,86	4,12	82,54	4,73
Ficus Vogelii, Gold Coast	0,30	35,37	63,79	0,90
Rangoon	0,58	6,81	84,63	8,16
Lagos root	3,00	3,34	73,35	23,51
Kongo root	2,30	7,02	83,00	7,74
Sierra Leone niggers	5,30	5,54	80,46	9,05
Pernambuco scrap	4,80	4,35	58,76	32,31

Tabelle III.

Handelsname und Abstammung	Harzgehalt in Proz.
Para fine aus *Hevea brasiliensis* (Amerika)	1,44
Ecuador Scraps aus *Castilloa elastica* (Amerika)	3,12
Santos Mattogrosso Mangabeira aus *Hancornia speciosa* (Amerika)	12,18
Guatemala sandig aus *Castilloa elastica* (Amerika)	9,60
Rote Adeli Bälle aus *Landolphia owariensis* (Afrika)	12,23
Mozambique Bälle aus *Landolphia owariensis* (Afrika)	8,62
Große Mozambique Bälle aus *Landolphia owariensis* (Afrika)	11,23
Feine Mozambique Spindeln aus *Landolphia owariensis* (Afrika)	6,80
Feine rote Massai Bälle aus *Landolphia owariensis* (Afrika)	4,40
Gambia Bälle aus *Landolphia senegalensis* (Afrika)	3,40
Süd Kamerun Bälle aus *Landolphia* (Afrika)	5,99
Lewa Kautschuk aus *Manihot Glaziovi* (Afrika)	6,84
Madagaskar gering aus *Landolphia* (Afrika)	3,39
Madagaskar Niggers aus *Landolphia* (Afrika)	3,94
Sudan Twists (Afrika)	7,99
Borneo Kautschuk aus *Ficus elastica* (Asien)	4,76
Fein Ceylon Para aus *Hevea brasiliensis* (Asien)	2,26
Feiner Parakautschuk	0,57

80° C das Harz flüssig wird und einen Teil Kautschuk unter Bildung einer in Azeton löslichen Mischung abquellt. Am zweckmäßigsten erfolgt die Trocknung im Vakuumexsikkator über Chlorkalzium bei gewöhnlicher Temperatur.

Über die chemische Natur der Kautschukharze liegen Untersuchungen von Harries[1]), Spence[2]) und von Hinrichsen und Kindscher[3]),

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **37** (1904), p. 3847.
2) Ebenda **40** (1901), p. 1000.
3) Ebenda **42** (1909), p. 4329.

die sich auf die direkt aus Latex isolierten Harze beziehen, vor, sowie Beobachtungen von Ditmar[1]) und Hinrichsen und Marcusson[2]), welche an den aus Rohkautschuk gewonnenen Harzen gefunden wurden.

Harries isolierte aus dem Latex von *Ficus magn. Borci* eine kristallisierte Verbindung vom Smp. 115° und der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16}O)_2$, aus dem Milchsaft von *Ficus elastica* Kristalle von 195° und der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16}O)_2$, Spence aus dem Kautschuk von *Ficus Vogelii* zwei isomere Substanzen der Formel $(C_{10}H_{16}O)_2$ vom Smp. 154° und 201—205°. Ebenso konnte Ditmar für die Harze, welche er aus Kongo-, Madagaskar- und Borneokautschuk durch Ausziehen mit heißem Azeton extrahierte, nachweisen, daß stets sauerstoffhaltige Körper vorlagen. Aus den Untersuchungen von Hinrichsen und Marcusson, welche sie mit den in Azeton löslichen Bestandteilen einer großen Zahl von Kautschuksorten des Handels angestellt haben, geht hervor, daß diese Harze sich in der Regel aus einem Gemenge verschiedener Bestandteile, die in Bezug auf ihre optische Aktivität und Verseifbarkeit charakteristische Unterschiede aufweisen, zusammensetzen.

Die weitaus meisten Kautschukharze sind optisch aktiv, Ausnahmen bilden lediglich die Harze aus Para, Mattogrosso und Caucho balls. Während Para und Mattogrosso, ebenso wie die untersuchten Ceylonsorten in der Hauptsache aus *Hevea*-Arten gewonnen werden, sind die Stammpflanzen der Caucho balls weniger sicher. Doch ist es wahrscheinlich, daß auch für diese neben *Castilloa*, wenigstens teilweise *Hevea*-Arten in Frage kommen. Weitere Versuche mit Proben, deren botanische Herkunft einwandfrei feststeht, werden die Frage ob ausschließlich die aus *Hevea*-Arten stammenden Kautschuksorten, welche zu den besten Handelsmarken gehören, optisch inaktive Harze liefern, endgültig zu entscheiden haben.

Bei den aus den anderen untersuchten Kautschuksorten (Oberkongo, Manaos, Peru, Dead, Borneo, Padang, Guayule, Kassai, Kickxia, Balata und Guttapercha) isolierten Harzen wurden für $(\alpha)_D$ Werte, die zwischen $+12{,}5$ und $+50{,}9°$ schwankten, gefunden. Eine besonders starke Aktivität weist Pontianakharz auf $(\alpha)_D = +60°$, das nach Alexander[3]) als azetonlöslicher Anteil in Pontianak (Dead Borneo) bis zu 80 Proz. enthalten ist und von welchem festgestellt wurde, daß der Hauptbestandteil ein phytosterinartiger Körper vom Smp. 158° und der Formel $C_{25}H_{40}O$ ist.

Zwischen optischer Aktivität und Verseifbarkeit bestehen nach den Beobachtungen der genannten Forscher sehr interessante Beziehungen. Diejenigen Kautschuksorten, welche sich durch eine merkliche, optische

1) Gummizeitung **21**, p. 669.

2) Z. f. angew. Chemie **23** (1910), p. 49; **24** (1911), p. 725.

3) Gummizeitung **18**, p. 867.

Aktivität der Harzbestandteile auszeichnen, enthalten auch stets größere Mengen (mehr als 50 Proz.) von unverseifbaren Stoffen. Der ermittelte Gehalt an unverseifbaren Anteilen betrug bei Dead Borneo (Pontianak) 100 Proz., Kassai 92,6 Proz., Padang 90,2 Proz., Guayule 78,2 Proz., Kickxia 74,0 Proz., Kongo 56,6 Proz., Ceylon 20,8 Proz., Para 15 Proz., Guttapercha 83,6 Proz. Die Aktivität reichert sich in den unverseifbaren Anteilen an und sie übertrifft in der Regel die Drehung der ursprünglichen Gesamtharze. An diese Tatsachen knüpfen Hinrichsen und Marcusson folgende Anschauungen über die eigentliche Natur und Entstehung der Kautschukharze: »Als Bestandteile der letzteren kommen einerseits die natürlichen Begleitstoffe des Kautschukkohlenwasserstoffes im Latex wie Pflanzenharze, Zucker, Terpene, Alkohole der Cholesterinreihe und dgl., andererseits Stoffe in Betracht, die sich durch Oxydation oder sonstige Umwandlungen des Kautschuks gebildet haben. Da der Kautschukkohlenwasserstoff an sich keine optische Aktivität aufweist, so ist von vornherein zu erwarten, daß auch diejenigen Verbindungen, welche durch Oxydation und andere Vorgänge aus ihm entstanden sind, ebenfalls inaktiv sein müssen. Träger der Aktivität müßten demnach ausschließlich die aus dem Milchsaft stammenden, ursprünglichen Begleitstoffe sein. Diese Annahme konnte durch einen Versuch bestätigt werden, in dem der Nachweis erbracht wurde, daß ein von Harzen sorgfältig befreiter Rohkautschuk, der aus Kickxiamilchsaft gewonnen worden war und ursprünglich eine rein weiße, sehr dehnbare kaum klebrige Masse darstellte, bei der Einwirkung von Luft und Licht, durch etwa 1 Monat, sich in eine bräunliche, stark klebrige Masse umwandelte, die heim Behandeln mit Azeton wieder lösliche Bestandteile (Harze) abgab. Diese neugebildeten azetonlöslichen Stoffe erwiesen sich bei der Prüfung als optisch inaktiv.« Die Prüfung auf optische Aktivität bietet einen guten Anhaltspunkt für die Entscheidung der Frage, ob ein Kautschukharz aus Oxydationsprodukten des Kautschuks oder aus Stoffen besteht, die zur Kautschuksubstanz unmittelbar in keiner Beziehung stehen. Als Träger der Aktivität kämen nur die Begleitstoffe des Kautschuks in Frage. Harries[1]) hat ferner als eine allgemeine Reaktion der Kautschukharze die Bildung schwer löslicher Ozonide in Chloroform und Tetrachlorkohlenstofflösung angegeben. Die Harzozonide bilden auch mit Wasser schwer lösliche Verbindungen. Durch die Einwirkung von Ozon lassen sich Kautschuk und Kautschukharze leicht nebeneinander nachweisen. Von weiteren Eigenschaften der Harze wurde noch das Verhalten gegen Jod von Hinrichsen und Marcusson[2]) untersucht. Die nach Hübl-Waller bestimmten Jodzahlen ergaben bei: Dead Borneo 30,6,

1) Gummizeitung **24** (1910), p. 850.
2) Z. f. angew. Chemie **23**, p. 49.

Para 118,0, Padang 87,1, Kassai 107,0, Guayule 94,1. Die im allgemeinen verhältnismäßig hohen Werte deuten auf die stark ungesättigte Natur der untersuchten Harze hin.

Für einige Kautschukharze, welche heute bereits industriell als Nebenprodukte, bei der Entharzung minderer Rohgummisorten gewonnen werden, stellte A. Wagner[1]) folgende Reaktionen fest: Kongokautschukharz ist in Alkohol, Äther, Azeton, Benzol, Chloroform, Petroläther, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Eisessig, Essigäther, Nitrobenzol löslich. Die Lösungen sind je nach der Konzentration gelb bis braun.

In konzentrierter Schwefelsäure löst sich das Harz mit kirschroter Farbe auf und zeigt in dieser Lösung grüne Fluoreszenz. Nach mehreren Tagen scheiden sich aus einer derartigen Lösung prächtig schillernde Kristalle aus, welche unter der Lupe als rechteckige Blättchen erscheinen. Essigsäureanhydrid löst in der Hitze gelb auf; beim Abkühlen tritt Trübung ein. Auf Zusatz eines Tropfens konzentrierter Schwefelsäure zur gekühlten Lösung (Liebermannsche Cholesterinreaktion) tritt rötliche Färbung auf, welche rasch über Schmutzigbraun in ein schönes Saftgrün übergeht. Nach längerem Stehen nimmt die Flüssigkeit die Farbe von schwarzem Kaffee an und wird schließlich violettbraun.

Die Lösung des Harzes in Eisessig färbt sich auf Zusatz von einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure etwas violett, beim Erhitzen violettbraun, beim Kochen weinrot, schließlich zwiebelrot.

Schüttelt man die Chloroformlösung mit der gleichen Menge konzentrierter Schwefelsäure (Hesse-Salkowskische Cholesterinreaktion), dann wird die Chloroformschicht erst gelbbraun, nach mehreren Stunden violett gefärbt und weist grüne Fluoreszenz auf; die Schwefelsäure erhält dunkelbraune Färbung mit stark grüner Fluoreszenz.

Madagaskarkautschukharz hat ähnliche Löslichkeitsverhältnisse wie Kongoharz, nur in Alkohol erscheint es schwerer löslich und die heiße Lösung trübt sich beim Abkühlen. Die Eisessiglösung färbt sich auf Zusatz von einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure sofort zwiebelrot, später schmutzigbraun.

Borneokautschukharz weist ziemlich die gleiche Löslichkeit, wie die beiden vorigen, auf, doch scheint es einen Bestandteil zu enthalten, welcher sich in einigen Solventien nicht löst, daher sind die Lösungen in Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff und Petroläther trüb.

Die Farbenreaktionen sind ebenfalls ähnlich jenen der beiden anderen Harze.

Die eigentliche Kautschuksubstanz, welche die charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kautschuks in erster

---

[1]) Gummizeitung **21** (1907), p. 498.

Linie beeinflußt und in denselben (siehe Tabelle II) in sehr wechselnden Mengen enthalten sein kann, stellt ihrer chemischen Natur nach einen Kohlenwasserstoff, der Formel $n(C_{10}H_{16})$ entsprechend, dar, der auf Grund der in jüngster Zeit gelungenen Synthesen von Fritz Hofmann und Karl Coutelle[1]), sowie Harries[2]) unzweifelhaft als ein Polymerisationsprodukt des Isoprens oder 2-Methylbutadiën (1,3) $CH_2{=}CH{-}C(CH_3){=}CH_2$, C_5H_8 anzusehen ist.

Über die chemische Konstitution dieses Polymerisationsproduktes haben insbesondere Harries[3]) in einer Reihe von grundlegenden Untersuchungen, dann I. Ostromysslenski[4]) eingehendere Anschauungen entwickelt, auf welche nach Besprechung der wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kautschukkohlenwasserstoffes noch näher eingegangen werden soll.

Im reinen Zustand bildet der Kautschuk eine weiße, amorphe, stark elastische Masse, deren spez. Gewicht von Ditmar[5]) zu 0,900 ermittelt wurde. Der Rohkautschuk besitzt dagegen eine gelbliche bis braunschwarze Farbe. Besonders die Parasorten sind infolge der Gegenwart von Ruß, die durch das angewandte Koagulationsverfahren bedingt ist, dunkel gefärbt. Die Angaben über das spez. Gewicht der Handelssorten sowohl, als der gewaschenen Kautschuke weisen starke Schwankungen auf. Faraday und Payen[6]) geben für gereinigten Parakautschuk 0,925, Soubeyran 0,935 an. Chapel[7]), der verschiedene gut gereinigte Sorten auf ihr spez. Gewicht prüfte, fand: Para 0,914, Kolumbia und Peru 0,915, Madagaskar 0,915, Borneo 0,916, Nigger Kugeln 0,920, Sierra Leone 0,923, Westindia Scraps 0,934, Mozambique 0,939, Ceara 0,958, Assam 0,967.

Zur Darstellung des reinen Kautschukkohlenwasserstoffes verfährt Weber[8]) in der Weise, daß er zunächst durch Extraktion mit Azeton die in diesem löslichen Harze, Fette und Öle entfernt, hierauf, ohne vorheriges Trocknen, durch mehrtägiges Digerieren mit Chloroform unter häufigem Schütteln den eigentlichen Kautschukkohlenwasserstoff löst, bezw. aufquellt und ihn dann aus der klaren Chloroformlösung mit dem doppelten Volumen Alkohol fällt.

---

1) Deutsches Reichspatent Nr. 250 690, vom 12. Sept. 1909. Farbenfabriken vorm. F. Bayer & Co., Elberfeld.

2) Annalen d. Ch. u. Ph. **383**, p. 190.

3) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **37** (1904), p. 2708; **38** (1905), p. 1195.

4) Chem. Zentralbl. 1912, I, p. 1982.

5) Gummizeitung **21** (1907), p. 670.

6) Markwald u. Frank, Chemie d. Kautschuks, p. 47.

7) Ebenda.

8) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **33** (1900), p. 779.

Harries[1]) reinigt den Kautschuk, indem er ihn zweimal in Benzol löst und mit Alkohol fällt, dann die Fällung im Soxhlet durch 24 Stunden mit Azeton extrahiert, hierauf wieder in Benzol löst, mit Alkohol fällt und nochmals mit Azeton auszieht. Ein derart gereinigter Kautschuk ergab nach dem Trocknen über Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz bei der Elementaranalyse an C = 87,85 Proz., H = 12,28 Proz; der Formel $C_{10}H_{16}$ entspricht C = 88,23 Proz., H = 11,76 Proz.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist er weich und elastisch und frische Schnittflächen haften beim Zusammenbringen fest aneinander, sobald keine Feuchtigkeit zugegen ist. Beim Abkühlen unter 0° wird er hart und fest, verliert seine Elastizität, die er jedoch bei gewöhnlicher Temperatur wieder erlangt. Er besitzt die größte und nach jeder Richtung hin gleich starke Ausdehnungsfähigkeit, die man bisher bei einem Körper beobachtet hat, eine Ausdehnungsfähigkeit, die allerdings eine noch weit größere ist, wenn er sich im vulkanisierten Zustande befindet. Ein Faden von Parakautschuk läßt sich auf das 4—5fache seiner Länge ausdehnen und geht beim Nachlassen des Zuges allmählich in seine frühere Gleichgewichtszulage zurück. Läßt man ihn indessen längere Zeit (mehrere Wochen) ausgespannt, so verschwindet die Elastizität und kehrt erst beim Erwärmen des Fadens auf etwa 40° wieder. Die Elastizität des Kautschuks nimmt nicht nur beim Abkühlen unter 0°, sondern auch, nach den Beobachtungen von P. Exner mit wachsender Temperatur und zwar in beträchtlichem Maße ab.

Der Kautschuk ist ein schlechter Leiter der Wärme und Elektrizität und wird beim Reiben elektrisch.

Er löst sich weder im kalten, noch im warmen Wasser auf; bei anhaltendem Kochen damit schwillt er auf, wird klebrig und nimmt etwas Wasser auf, ohne jedoch selbst davon gelöst zu werden. Nach Payen nehmen dünne Kautschukschnitte, welche 30 Tage in kaltem Wasser gelegen haben, 18,7—26,4 Proz. davon auf und vergrößern dabei ihr Volumen um 15—16 Proz., während die Festigkeit zurückgeht und die Farbe eine hellere wird.

Gegen Alkohol verhält er sich in ähnlicher Weise, nur wird absoluter Alkohol noch bedeutend rascher aufgenommen, besonders in der Wärme ohne nachweisbare Mengen von Kautschuk in Lösung zu überführen. Dünne Platten, die 8 Tage, teilweise unter Erwärmen mit Alkohol in Berührung waren, hatten ihr Volumen um 9,4 Proz., ihr Gewicht um 100—108 Proz. vergrößert, trotzdem der Alkohol 2 Proz. Kautschukharze herausgelöst hatte. Dabei verloren die Plättchen ihre Durchsichtigkeit, die erst nach dem Vertreiben des gelösten Alkohols in der Wärme zurückkehrte.

1) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **38** (1905), p. 1198.

Methylalkohol und Azeton zeigen ein ähnliches Verhalten gegen Kautschuk wie der Äthylalkohol.

Die meisten sonstigen organischen Lösungsmittel durchdringen den Kautschuk rasch, schwellen ihn stark auf und bilden Quellungen, die im Ultramikroskop deutlich die Eigenschaften kolloidaler Lösungen, vor allem die Brownsche Bewegung zeigen. Besonders geeignet, als Quellungsmittel für Rohkautschuk wird das von Payen[1]) angegebene Gemisch von 100 Teilen Schwefelkohlenstoff mit 6—8 Teilen Alkohol angesehen, alsdann kommen die Fraktionen des Steinkohlenteers und zwar des 90 proz. Handelsbenzols von 80—100° C und die Xylolfraktion 135—150° C siedend. Erst nach diesen rangiert das Terpentinöl, der reine Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Petroläther, Benzin, Äther, viele Öle und Kohlenwasserstoffe.

Durch jene Quellungsmittel, welche wie Naphthalin, Mineralöle, Phenol, Kresole usw. bei Temperaturen, die höher wie der Schmelzpunkt des Kautschuks liegen, lösend bez. quellend wirken, wird bei ihrer Einwirkung mehr oder weniger eine Zersetzung, die wahrscheinlich auf eine beginnende Depolymerisation des Kautschukmoleküls zurückzuführen ist, hervorgerufen, denn der aus solchen Lösungen wiedergewonnene Kautschuk ist stets chemisch bereits etwas verändert.

Aus den eingehenden Untersuchungen Ditmars[2]) geht hervor, daß die Quellungsfähigkeit des Kautschuks in hohem Maße von seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit abhängig ist. Für Schwefelkohlenstoff ergab sich z. B., daß die einzelnen Kautschuksorten umso leichter aufquellen, je mehr Harz sie enthielten. Ebenso zeigte ausgewalzter Para, dessen ursprüngliche Struktur durch das Walzen zerstört worden war, ein erheblich leichteres Quellungsvermögen, als trockener Rohpara.

Heeren[3]), welcher das Quellungsvermögen verschiedener Handelssorten, die er vorher anhaltend zwischen heißen Walzen durchgearbeitet hatte, in Benzol ermittelte, fand folgende Zahlen: 100 Teile Benzol lösten von Guayaquil 25, Para 20, Carthagena 18, Borneo 15, Afrika 14,5, Ceara 13,6, Mozambique 13,0, Rangoon 10,0, Afrika Niggers 8,5, Madagaskar 6,0 Teile. Für Gase ist der Kautschuk durchdringbar. Graham[4]), der diese Eigenschaft sehr eingehend studierte, hat zuerst die Annahme ausgesprochen, daß es sich hierbei gar nicht um eine eigentliche Diffusion, sondern um Aufnahme des Gases auf der einen Seite und Abgabe auf der anderen handelt. Setzt man die Diffusionsgeschwindigkeit für

1) Dingler, Poly. Journ. **123,** p. 383.
2) Die Analyse des Kautschuks, p. 39.
3) Dinglers Poly. J. **221,** p. 391.
4) Ann. f. Chem. u. Pharm. Suppl. **5,** p. 1. Poggendorfs Ann. **129,** p. 548.

Stickstoff gleich 1, so ergeben sich nach Grahams Untersuchungen für eine Reihe anderer Gase folgende Werte: Stickstoff 1, Kohlenoxyd 1,113, Luft 1,149, Methan 2,148, Sauerstoff 2,556, Wasserstoff 5,500, Kohlensäure 13,585.

Weiter fand er, daß die Durchdringlichkeit des Kautschuks mit steigender Temperatur wächst. So durchdringt beispielsweise atm. Luft eine Membrane bei 16° viermal, bei 60° zwölfmal so rasch als bei 4° C.

Der Kautsckuk hat weder im rohen, noch im gereinigten Zustande einen konstanten Schmelzpunkt. Henriques fand, daß der gut gewaschene Parakautschuk bei etwa 120° C zusammensintert und dann schmilzt, während das ungewaschene Rohprodukt bei dieser Temperatur nur oberflächlich feucht wurde. Gegen 180°—200° zerfließt aber jeder Kautschuk zu einer dicken, nicht mehr fest werdenden Flüssigkeit. Offenbar tritt bei dieser Temperatur bereits ein Zerfall oder eine Depolymerisation des Kautschukmoleküls ein, ähnlich wie es beim Abbau der Stärke zu Dextrinen beim Erhitzen beobachtet wird.

Destilliert man dieses zähflüssige Produkt, so erhält man neben minimaler Gasentwicklung ein Rohkautschuköl, welches »Kautschin« genannt wird und aus einem Gemenge von Kohlenwasserstoffen teils offener, teils zyklischer Kette besteht.

Die Natur und Menge der bei der trockenen Destillation entstehenden Zersetzungsprodukte hängt wesentlich von den eingehaltenen Druckverhältnissen ab. Während E. Fischer und Harries[1]) bei der Destillation im Kathodenvakuum nur wenig Isopren und Dipenten und als Hauptprodukt ein von 180—300° siedendes Gemisch erhielten, konnte Bouchardat[2]) beim Destillieren unter gewöhnlichem Druck aus 5 kg Parakautschuk 250 g Isopren (5 Proz.), 2 kg Kautschin (Dipenten) (40 Proz.) und 600 g Heveen (12 Proz.) vom Siedepunkt 252° isolieren. Die Haupt-(Dipenten)fraktion zerlegte Harries[3]) später durch sorgfältiges Dephlegmieren im Vakuum bei 15—16 mm Druck in drei Fraktionen und zwar Diisopren (Myrcen) Siedepunkt 147—150°, Terpen Siedepunkt 168—169° und Dipenten Siedepunkt 171°. Nach Harries hat man sich den pyrogenen Zerfall des Kautschuks so vorzustellen, daß zunächst Diisopren gebildet wird, welches je nach dem vorhandenen Drucke, bzw. Temperatur weiter zerfällt, oder durch Kondensation in Dipenten bzw. dessen Abbauprodukte übergeht. Alle von Wiesner untersuchten Kautschuk-, Guttapercha- und Balatasorten erschienen zwischen den Nikols des Polarisationsmikroskops in ausgezeichneten prismatischen Farben. Trockene Stücke zeigen die Erscheinung nicht so deutlich, wie unter Öl befind-

1) Ber. d. deutsch. chem. G. **35** (1902), p. 2162.
2) Compt. rend **80** (1875), p. 1446; **89** (1879, p. 1117.
3) Ber. d. deutsch. chem. G. **35** (1902), p. 3265.

liche. Am schärfsten treten die Polarisationsfarben hervor, wenn man ein dünnes Kautschukplättchen zwischen zwei Objektplatten stark zusammenpreßt.

In chemischer Hinsicht zeigt der Kautschukkohlenwasserstoff alle charakteristischen Merkmale einer ungesättigten, mit zwei doppelten Bindungen behafteten Verbindung. Das Vorhandensein dieser Doppelbindungen kommt namentlich durch die leichte Bildung von additionellen Verbindungen zum Ausdruck und es ist bemerkenswert, daß schon der gewöhnliche atmosphärische Sauerstoff in diesem Sinne verändernd auf den Kautschuk zu wirken vermag. Daß derselbe bei längerer Aufbewahrung an Licht und Luft, besonders in dünner Schicht, infolge von Gasaufnahme, seine Elastizität einbüßt und spröde wird, ist schon seit langem bekannt. Spiller[1]) hat aus einem mit einer Kautschuklösung überzogenen Baumwollfilze nach sechs Jahre langem Aufbewahren durch Benzol ein Oxydationsprodukt extrahiert, das bei der Analyse folgende Zusammensetzung zeigte: C = 64,00, H = 8,64, O = 27,51 Proz., was angenähert der Formel $C_{10}H_{16}O_3$ entspricht.

C. O. Weber[2]) fand ferner, daß schon beim Trocknen von gewaschenen Parafellen an der Luft eine Sauerstoffaufnahme bis zu 5,9 Proz. stattfindet.

E. Herbst[3]) untersuchte das Verhalten von Kautschuk in Lösung gegen den Luftsauerstoff und fand, daß er unter diesen Bedingungen sehr leicht angegriffen wird. Aus einer Lösung von gereinigtem Parakautschuk in Benzol, durch welche während 140 Stunden, unter Ersatz des verdunsteten Benzols, ein trockener Luftstrom hindurchgeleitet wurde, konnte Herbst nach dem Verjagen des Benzols eine sirupöse Masse von rötlichbrauner Farbe gewinnen, aus der sich durch Behandlung mit Petroläther zwei sauerstoffhaltige Körper absondern ließen, von denen der in Petroläther lösliche, welcher die Hauptmenge bildete, angenähert der Formel $C_{10}H_{16}O$, der in Petroläther unlösliche hingegen der Zusammensetzung $C_{10}H_{16}O_3$, die auch Spiller für sein gewonnenes Oxydationsprodukt gefunden hatte, entspricht.

Von besonderer Bedeutung für die Erschließung der Konstitutionsverhältnisse des Kautschuks hat sich das Studium der Additionsprodukte erwiesen, welche durch die Einwirkung von Ozon auf Kautschuklösungen gebildet werden. Harries[4]) wies in einer Reihe von Untersuchungen nach, daß ungesättigte Verbindungen für sich oder in wasserfreier Lösung mit Ozon behandelt, auf jede Doppelbindung das Molekül des

1) Journ. f. prakt. Ch. **94,** p. 502.
2) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **33** (1900), p. 783.
3) Ebenda **39** (1906), p. 523.
4) Ebenda **37** (1904), p. 839, 842, 845.

Ozons O_3 bzw. Oxozons O_4 anzulagern vermögen. Die dabei entstehenden explosiblen Ozonide und Oxozonide zerfallen beim Erwärmen mit Wasser in Aldehyde bzw. Ketone und Wasserstoffsuperoxyd.

Bei der Einwirkung von Ozon auf Lösungen des Kautschuks in Chloroform fand nun Harries[1]), daß je nach den eingehaltenen Versuchsbedingungen entweder normales Kautschukdiozonid $C_{10}H_{16}O_6$ oder Kautschukdioxozonid $C_{10}H_{16}O_8$ erhalten werden kann.

Wird in die Chloroformlösung von gereinigtem Kautschuk (10 g in 1 l Chloroform[2]) und das Chloroform hernach im Vakuum auf etwa 120 ccm eingedampft) unter guter Kühlung durch mehrere Stunden ein langsamer Strom von etwa 6—8 proz. Ozon eingeleitet, welches durch Waschen von 12—14 proz. Rohozon mittelst Natronlauge und Schwefelsäure gewonnen und von Oxozon befreit wurde, so erhält man nach dem Abdampfen des Chloroforms im Vakuum bei Temperaturen, die 20° C nicht übersteigen — sonst kann leicht eine heftige Explosion eintreten — einen Rückstand, der sich in dem zweifachen Volumen Essigäther löst und nach Zusatz des zwanzigfachen Volumens Petroläther einen fast farblosen, dicken, zähen Sirup absondert, der in Äther löslich erscheint und meistens im Vakuumexsikkator nach einigen Stunden glasig erstarrt (Schmelzpunkt etwa 50° C). In diesem Zustande ist er explosiv und verpufft, schnell erhitzt, unter Umständen mit Heftigkeit.

Seine Zusammensetzung entspricht nach der Reinigung durch dreimaliges Umfällen aus Essigester-Petroläther der Formal $C_{10}H_{16}O_6$[3]):

Gefunden C = 49,52 Proz., H = 7,11 Proz.
» Mol. Gewicht = 206.
Berechnet C = 51,72 Proz., H = 6,90 Proz.
» Mol.-Gewicht = 232.

Behandelt man hingegen die Chloroformlösung des Kautschuks mit 14 proz., vorher durch Waschen mit Natronlauge und Schwefelsäure nicht gereinigtem Ozon, so gewinnt man nach dreimaligem Umlösen aus Essigester-Petroläther ein dickflüssiges Öl, welches etwas leichter von allen Lösungsmitteln als das vorhin beschriebene Dioxonid aufgenommen wird, diesem aber in seinen sonstigen Eigenschaften sehr ähnlich ist. Bei der Analyse dieses Körpers erhält man Werte, die besser auf die Formel $C_{10}H_{16}O_8$, des Kautschukdioxozonides stimmen:

Gefunden C = 46,84 Proz., H = 6,61 Proz.
» C = 46,66 » H = 6,08 »
Berechnet C = 45,45 » H = 6,06 »

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **45** (1912), p. 943.
2) Ebenda **38** (1905), p. 1199.
3) Harries, B. B. **45** (1912), p. 944.

Beide Ozonide werden bei der Behandlung mit Wasserdampf glatt gespalten und zwar das Diozonid zunächst in Lävulinaldehyd und Lävulinaldehydperoxyd. Letzteres zerfällt bei längerer Einwirkung von Wasserdampf dann in Lävulinaldehyd bzw. Lävulinsäure unter gleichzeitiger Bildung von Wasserstoffsuperoxyd. Das Dioxozonid spaltet sich zunächst nur in Lävulinaldehydperoxyd, das bei der weiteren Zerlegung gleichfalls Lävulinaldehyd bzw. Lävulinsäure und Wasserstoffsuperoxyd liefert.

Es entstehen demnach in qualitativer Hinsicht die gleichen Spaltungsprodukte, nur in den Mengenverhältnissen derselben tritt ein Unterschied auf: das Diozonid liefert $^2/_3$ an Aldehyd und $^1/_3$ an Säure, das Dioxozonid umgekehrt $^1/_3$ an Aldehyd und $^2/_3$ an Säure; die Zersetzungsgeschwindigkeit, bzw. der Verlauf der Kurve, welcher die Zersetzung ausdrückt, ist hingegen fast identisch.

Neben Lävulinaldehyd und Lävulinsäure konnte die Bildung irgend eines anderen Aldehyds, Ketons oder einer Säure bei dieser Spaltung der Ozonide nicht beobachtet werden.

Nach Harries kann die Bildung und der Zerfall der beiden Ozonide durch folgende Gleichungen ausgedrückt werden:

1. $C_{10}H_{16} + 2O_3 = \underset{\text{Diozonid}}{C_{10}H_{16}O_6} =$

$$= \underset{\text{Lävulinperoxyd } C_5H_8O_4}{\begin{matrix} O{=}C{-}(CH_3){-}CH_2{-}CH_2{-}CH{=}O \\ \| \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \| \\ O\text{———————————————}O \end{matrix}} + \underset{\text{Lävulinaldehyd } C_5H_8O_2}{CH_3{-}CO{-}CH_2{-}CH_2{-}CHO}$$

2. $\underset{\text{peroxyd}}{C_5H_8O_4} + H_2O = \underset{\text{Lävulinsäure}}{C_5H_8O_3} + H_2O_2$; $\underset{\text{peroxyd}}{C_5H_8O_4} + 2H_2O = \underset{\text{Lävulinaldehyd}}{C_5H_8O_2} + 2H_2O_2$

3. $C_{10}H_{16} + 2O_4 = \underset{\text{Dioxozonid}}{C_{10}H_{16}O_8} =$

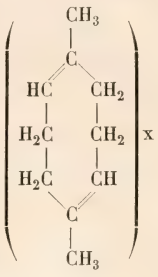
$$= 2C_5H_8O_4 \begin{cases} C_5H_8O_4 + H_2O = C_5H_8O_3 + H_2O_2 \\ C_5H_8O_4 + 2H_2O = C_5H_8O_2 + 2H_2O_2 \end{cases}$$

Die Bildung von Lävulinaldehyd neben Lävulinperoxyd aus dem Diozonid schon in der ersten Phase seiner Spaltung erklärt in einfacher Weise die Tatsache, daß bei seiner Zersetzung eine größere Menge an Lävulinaldehyd auftritt, als bei jener des Dioxozonides.

Das Lävulinperoxyd kann kristallinisch, in Form von langen breiten Blättchen isoliert werden, wenn man auf das Ozonid den Wasserdampf nur kurze Zeit einwirken und die entstandene Lösung erkalten läßt[1]. Es ist in Chloroform, Benzol, Petroläther, Äther nicht löslich, wird von Wasser, Alkohol und Essigäther aufgenommen und besitzt die Eigen-

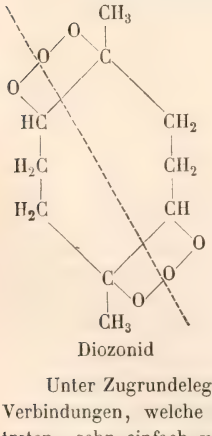
1) Harries, B. B. **38** (1905), p. 1201.

schaften eines Peroxydes, indem es aus Jodkalium Jod frei macht, verdünnte Kaliumpermanganat- und Indigolösung entfärbt, ammoniakalische Silberlösung schwach reduziert, beim Erhitzen verpufft und nach längerem Erhitzen mit Wasser infolge der Bildung von Lävulinaldehyd die Fehlingsche und die Pyrrolprobe liefert.

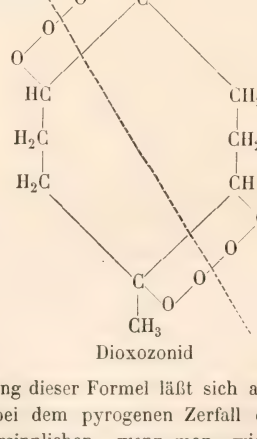


Aus der ausschließlichen Bildung von Lävulinaldehyd bei der Spaltung der Ozonide mit Wasser, folgert nun Harries[1]), daß der Kautschukkohlenwasserstoff aus einem Kohlenstoffring und nicht, wie früher angenommen wurde, aus einer offenen Kette bestehen muß. Er legte demselben die Formel eines polymerisierten 1,5 Dimethylcyclooktadiëns 1,5 zugrunde, dessen Molekulargröße zurzeit noch unbekannt ist, die aber wahrscheinlich ständig schwankt.

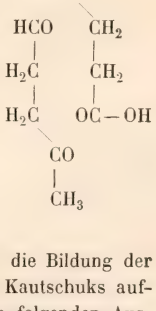
Für die Ozonide, denen auf Grund zahlreicher Molekulargewichtsbestimmungen die Formeln $C_{10}H_{16}O_6$ und $C_{10}H_{16}O_8$ mit Sicherheit zukommen, ergeben sich dann folgende Ausdrücke für ihre Konstitution einerseits und ihren Zerfall in Lävulinaldehydperoxyd und Lävulinaldehyd bzw. Lävulinsäure andererseits, wenn man annimmt, daß letzterer an den durch die punktierten Längsstriche angedeuteten Stellen eintritt.



Diozonid



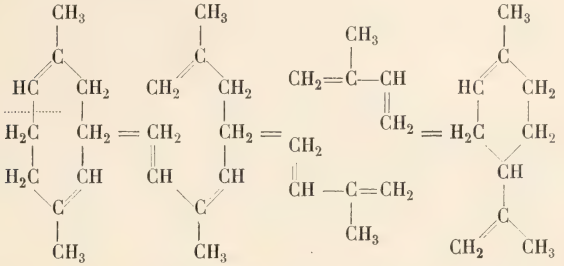
Dioxozonid



Unter Zugrundelegung dieser Formel läßt sich auch die Bildung der Verbindungen, welche bei dem pyrogenen Zerfall des Kautschuks auftreten, sehr einfach versinnlichen, wenn man, wie im folgenden Ausdruck angedeutet, zunächst eine Spaltung des Moleküls an der punktierten

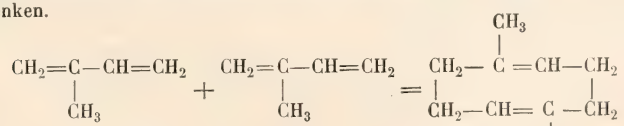
1) Harries, B. B. **38** (1905), p. 1196.

Stelle annimmt, wobei je ein Wasserstoffatom wandert und neben der Sprengungsstelle eine neue Doppelbindung unter Bildung einer offenen Kette mit drei Doppelbindungen entsteht. Derart bildet sich zuerst Diisopren, das entweder in Isopren weiter zerfällt oder durch Kondensation in Dipenten übergeht.



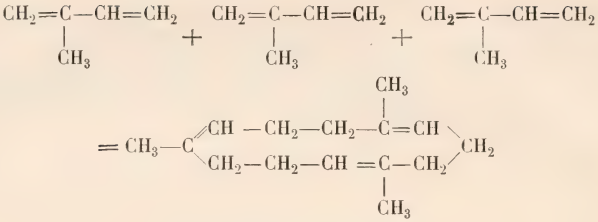
Diisopren 2 Mol. Isopren Dipenten

Ebenso kann die Bildung des Kautschuks durch Polymerisation des Isoprens, welche ja in neuerer Zeit tatsächlich bewerkstelligt wurde, in einfacher Weise formuliert werden. Dabei muß vor allem der Tatsache Rechnung getragen werden, daß durch den Zusammenschluß zweier oder mehrerer Moleküle Isopren eine Verbindung entsteht, die bei der Oxydation nur Lävulinaldehyd bzw. Lävulinsäure liefern kann. Dies wird erreicht, wenn man nach Harries[1]) annimmt, zwei oder mehrere Moleküle treten unter Bildung einer zyklischen Kette derart zusammen, daß im Sinne der Thieleschen Theorie zunächst eine Verschiebung der Doppelbindungen im Isoprenmolekül nach der Mitte zu erfolgt und die an den Enden der Kohlenstoffkette in der 1, 4 Stellung dadurch frei werdenden Valenzen zur Ringschließung verwendet werden. Es läßt sich auf diese Weise, wie nachstehende Formulierungen zeigen, die Bildung eines 8-Ring oder 1, 5 Dimethyloktadiën (1, 5) bzw. eines 12-Ring oder 1, 5, 9 Trimethylcyclododekatriën (1, 5, 9) usw., welche sämtlich der früher aufgestellten Spaltungsreaktion entsprechen, in einfacher Weise denken.



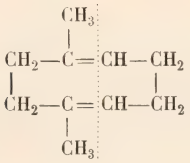
1, 5 Dimethyloktadiën (1, 5)

1) Zeitschr. f. ang. Chemie. 1912, p. 1460.



1,5,9 Trimethylcyclododekatriën (1,5,9)

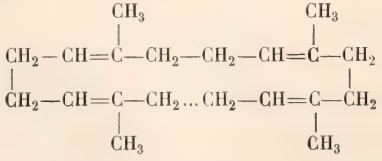
Würde man statt dieses symmetrischen Zusammentrittes zweier Isoprenmoleküle die andere Möglichkeit für die Kondensation zugrunde legen, so ergäbe dies, wie die entsprechende Formel zeigt:



1,6 Dimethylcyclooktadiën (1,5)

eine zyklische Kette, welche bei der Oxydation nicht Lävulinaldehyd, bzw. Säure allein, sondern neben Azetonylazeton noch Succinaldehyd liefern würde.

Man kann demnach dem Reaktionsverlauf, der bei der Bildung der Ozonide und deren Zerfall beobachtet wird, nur dann in einfacher Weise gerecht werden, wenn man annimmt, daß im Kautschukmolekül das symmetrische 1,5 Dimethylcyclooktadiën (1,5) in polymerisierter Form vorliegt. J. Ostromysslenski[1]) glaubt aus dem Verhalten des Kautschukbromids folgern zu müssen, daß der natürliche Kautschuk einen zyklischen Kohlenwasserstoff mit wenigstens zwölf C-Atomen, drei Äthylenbindungen und drei Methylgruppen darstellt, was er durch folgende Formel zum Ausdruck bringt.



1) Ch. Zentralbl. **1** (1912), p. 1982.

An Stelle der Punkte kann sich die Gruppe

$$-CH_2-CH=\underset{\substack{|\\ CH_3}}{C}-CH_2-$$

wiederholen. Hierzu sei bemerkt, daß mit Hilfe dieser Formel die Einwirkung des Ozons auf Kautschuk nur unter Annahme einer stattfindenden Umlagerung erklärt werden könnte.

Über die Einwirkung anderer Oxydationsmittel auf den Kautschuk wurde noch jenes der salpetrigen Säure von Harries[1]), Harries und Gottlob[2]) und Fendler einem eingehenden Studium unterzogen. Beim Einleiten von sorgfältig getrockneter gasförmiger salpetriger Säure, die durch Einwirkung von Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,3 auf As_2O_3 unter Erwärmen gewonnen wird und im wesentlichen aus N_2O_3 und wenig N_2O_4 besteht, in eine Benzollösung von gereinigtem Kautschuk, erhält man nach 1—2 Stunden zunächst einen hellgrauen kolloidalen Niederschlag, der in Essigester, Azeton, Alkohol und Äther unlöslich ist und auch von Alkalien nicht aufgenommen wird. Harries nennt dieses Umsetzungsprodukt unlösliches Nitrosit, seine Analyse stimmt angenähert auf die Zusammensetzung eines normalen Nitrosits von der Formel $C_{10}H_{16}N_2O_3$, dessen Zersetzungspunkt zwischen 80—100° C liegt[3]).

Wird dieses unlösliche Nitrosit in der Benzollösung belassen und weiter durch 2—3 Tage mit N_2O_3 in der Kälte behandelt, so erhält man ein mürbes, gelbes Produkt, welches in Essigester und Azeton leicht löslich ist, aus seiner Essigesterlösung durch Äther fällbar erscheint und nach dreimaligem Umfällen aus Essigester-Äther ziemlich genau der Molekularformel $C_{20}H_{30}N_6O_{14} = (C_{10}H_{15}N_3O_7)_2$ entspricht.

Gefunden C = 41,58 Proz., H = 5,20 Proz., N = 14,50 Proz.,
Molekulargewicht = 561,5.
Berechnet C = 41,52 Proz., H = 5,19 Proz., N = 14,53 Proz.,
Molekulargewicht = 578.

Der Zersetzungspunkt dieses von Harries als Nitrosit C bezeichneten Produktes liegt zwischen 158—162° C und dasselbe bildet sich auch bei der Behandlung einer wasserhaltigen benzolischen Kautschuklösung mit feuchtem N_2O_3.

P. Alexander[4]), welcher die Untersuchungen von Harries nachprüfte und hierbei auf Lösungen von Kautschuk, der nur mechanisch,

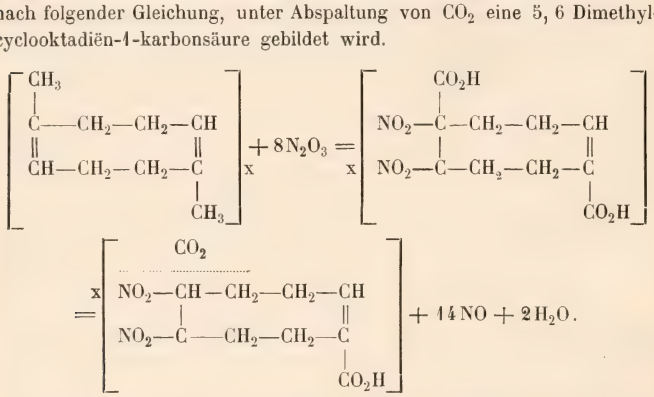
1) B. B. **34** (1901), p. 2991; **35** (1902), p. 3256 und 4429; **36** (1903), p. 1937; **38** (1905), p. 87.

2) J. f. pr. Ch. 1907, p. 22—23.

3) Gummi-Zeitung **19**, Nr. 3.

4) B. B. **38** (1905), p. 181; **40** (1901), p. 1070—78.

nicht aber chemisch gereinigt worden war, in Chloroform nitrose Gase, welche aus Stärke und konzentrierter Salpetersäure gewonnen wurden und neben N_2O_3, größere Mengen von N_2O_4 enthielten, einwirken ließ, erhielt ein Reaktionsprodukt, welches nach einmaligem Umlösen aus Azeton, in seiner Zusammensetzung von dem Harriesschen Nitrosit C Abweichungen zeigte und dem er auf Grund seiner Analysen die Formel $C_9H_{12}N_2O_6$ zuerkennt. Da er bei der Einwirkung der nitrosen Gase stets eine Kohlensäureentwicklung beobachtet, nimmt er an, daß bei der Bildung dieses Körpers ein Oxydationsprozeß verläuft, bei welchem nach folgender Gleichung, unter Abspaltung von CO_2 eine 5, 6 Dimethylcyclooktadiën-1-karbonsäure gebildet wird.



Harries und Gottlob[1]) weisen in einer eingehenden Überprüfung dieser Arbeit nach, daß die abweichenden Resultate auf die Verwendung von nicht genügend gereinigtem Kautschuk, dann insbesondere auf die nicht ausreichende Reinigung der gebildeten Nitrosite und die Benutzung von nitrosen Gasen anderer Zusammensetzung zurückzuführen sind. Bei gereinigtem Kautschuk entsteht wohl etwas CO_2, aber in so geringen Mengen — 0,27—0,37 Proz. des Kohlenstoffs —, daß sie nicht in Betracht zu ziehen kommt. Die Abspaltung von CO_2 tritt umso stärker auf, je unreiner der Kautschuk und je größer der Gehalt der nitrosen Gase an N_2O_4 ist.

Weber[2]) erhielt beim Einleiten von N_2O_4, das durch Erhitzen von Bleinitrat dargestellt wurde, in eine 1proz. Lösung von gereinigtem Parakautschuk in Benzol ein amorphes bräunlichgelbes Produkt, das sich in Azeton, Eisessig, Essigsäureanhydrid, Essigester sehr leicht zu einer tiefbraunen Flüssigkeit löst, aus welcher nach dem Filtrieren durch

1) Z. f. ang. Ch. **20** (1907), p. 2213.
2) B. B. **35** (1902), p. 1949.

Wasser eine feinflockige, gelbe Masse abgeschieden werden kann, deren Zusammensetzung der empirischen Formel $C_{10}H_{16}(NO_2)_2$ — Kautschuknitrosat — entsprechen soll.

Fendler[1]) und Harries[2]) fanden in der Folge, daß durch Einwirkung von N_2O_4 auf Kautschuk kein Dinitrokautschuk oder Nitrosat gebildet wird, sondern, analog der Wirkungsweise von N_2O_3, zuerst zur Bildung eines in Azeton und Essigester unlöslichen Produktes führt, das bei der weiteren Behandlung mit N_2O_4 mehr und mehr in ein dem Nitrosit C gleichenden Körper von der Zusammensetzung $(C_{10}H_{15}N_3O_7)_2$ übergeht.

Auf die Bildung des Harriesschen Nitrosits stützt sich ein Verfahren zur Bestimmung des Reinkautschuks im Rohkautschuk und den verschiedenen Kautschukwaren, die als Nitrositmethode von Harries-Fendler[3]) bei der Analyse des Kautschuks Anwendung findet, erfahrungsgemäß aber zu hohe Werte liefert.

Salpetersäure wirkt auf den Kautschuk weitgehend zerstörend, wahrscheinlich unter Bildung von aromatischen Verbindungen noch nicht genau ermittelter Konstitution ein. Ditmar[4]) beobachtete bei der Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure, die unter lebhafter, oft von Feuererscheinung begleiteter Reaktion verläuft, die Bildung eines amorphen, gelben Körpers, der im Wasser, Chloroform, Petroläther, Alkohol und Benzol unlöslich, in Essigester, Benzaldehyd, Nitrobenzol leicht löslich ist und sehr annähernd der Zusammensetzung $C_{10}H_{12}N_2O_6$ entspricht. Er besitzt sauren Charakter, dürfte einbasisch sein und zersetzt sich beim Erhitzen unter Explosion. Nach Harries[5]) entsteht neben diesem Körper noch Oxalsäure und ein hellgelbes Öl, das mit Ammoniak neutralisiert und durch Silbernitrat fraktioniert gefällt, ein schönes, schwer lösliches Silbersalz von der Zusammensetzung $C_6H_8NO_5Ag$ liefert.

Von dem Körper $C_{10}H_{12}N_2O_6$ wies Ditmar nach, daß er den Stickstoff in Form von zwei NO_2-Gruppen enthält, sich esterifizieren und azetilisieren läßt und wahrscheinlich eine Dinitrodihydrocuminsäure darstellt. Es findet demnach durch die Einwirkung der Salpetersäure eine weitgehende Aufspaltung des Kautschukmoleküls statt.

Gegen Kaliumpermanganat erweist sich der Kautschuk nach Harries[6]) sehr beständig. Beim Schütteln einer Benzolkautschuklösung (2 g in 200 ccm) mit einer wässerigen Lösung von Permanganat (3,1 g in 150 ccm

1) Ber. d. deutsch. pharmaz. Gesellsch. 1904, p. 31.
2) B. B. **38** (1905), p. 87.
3) Gummi-Zeitung **19,** Nr. 3.
4) B. B. **35** (1902), p. 1401.
5) Ebenda p. 3265.
6) B. B. **37** (1904), p. 2708.

Wasser) durch 30 Stunden, war wohl alles Permanganat verbraucht, aber der beim Verdunsten der Benzollösung verbleibende dicke, farblose Sirup, der nicht mehr die Löslichkeitsverhältnisse des Kautschuks besitzt, weist noch immer die unveränderte Formel $C_{10}H_{16}$ auf. Anscheinend hat der Kautschuk bei der Behandlung mit Permanganat nur seine Molekulargröße verändert, ist demnach depolymerisiert worden. Aus der alkalischen Mutterlauge konnten nach dem Ansäuern und Ausäthern geringe Mengen einer Fettsäure erhalten werden. Weitere Untersuchungen über die Einwirkung von Kaliumpermanganat auf Kautschuk liegen nicht vor.

Chromsäure, Persulfate und Superoxyde verwandeln den Kautschuk in ein in Alkohol lösliches Produkt[1]. Ebenso wirkt Schwefelsäure oxydierend auf den Kautschuk und verkohlt ihn schließlich. Bei vorsichtiger Behandlung einer Kautschuklösung mit konzentrierter Schwefelsäure gelingt es einen schwefelhaltigen Körper[2] zu erhalten.

Halogene wirken bekanntlich sehr energisch verändernd auf Kautschuk ein und machen ihn hart und brüchig. Je nach den Versuchsbedingungen werden sie teils unter Additon, teils Substitution gebunden. Beim Einwirkenlassen auf eine Chloroformlösung des Kautschuks gelingt es ihre Wirkung zu mäßigen.

Nach Gladstone und Hibbert[3] kann unter den letzterwähnten Bedingungen durch Chlor, welches ziemlich unregelmäßig einwirkt, ein einheitliches Additionsprodukt nicht erhalten werden, da stets auch etwas Chlorwasserstoff entweicht. Bei einem vorsichtig dargestellten Präparat ermittelten sie eine annähernd auf die Formel $C_{10}H_{14}Cl_8$ stimmende Zusammensetzung, woraus sie die für die Konstitutionsfrage des Kautschuks wichtige Schlußfolgerung zogen, daß im Molekül $C_{10}H_{16}$ drei Doppelbindungen enthalten sind, demnach keine ringförmige, sondern eine offene (olefinische) Kohlenstoffkette anzunehmen sei.

F. W. Hinrichsen, H. Quensell und E. Kindscher[4] erhielten bei der Wiederholung dieser Versuche einen weißen, amorphen Körper, dessen Chlorgehalt nach mehrmaligem Umfällen auf die Formel $C_{10}H_{11}Cl_6$ hindeutete. Es war demnach nicht nur Addition, sondern auch gleichzeitig Substitution von Chlor eingetreten. Ein reines Additionsprodukt $C_{10}H_{16}Cl_4$ zu erhalten, gelang nicht. Die ultramikroskopische Prüfung des Chlorids in Chloroformlösung ergab das Auftreten der Brownschen Bewegung, demnach noch ausgesprochen kolloiden Charakter.

---

1) Weber, The Chemistry of Indian Rubber. 1902, p. 40.
2) Ditmar, Die Analyse des Kautschuks, Guttapercha und Balata. 1909, p. 43.
3) Journ. chem. soc. (1888) **53**, p. 682.
4) B. B. **46** (1913), p. 1284.

Mit Brom bildet Kautschuk, wie zuerst Gladstone und Hibbert[1]) fanden, ein Tetrabromid $C_{10}H_{16}Br_4$. Daneben wollen sie auch die Bildung eines Bromides von der Zusammensetzung $C_{10}H_{15}Br_5$ beobachtet haben, welche Tatsache von anderen Forschern aber nicht bestätigt werden konnte.

Das Tetrabromid entsteht leicht durch Addition von Brom in einer Chloroformlösung des Kautschuks[2]) und läßt sich in Form eines kontinuierlichen Fadens abscheiden, wenn die konzentrierte (6proz.) Chloroformlösung in Alkohol in einem möglichst dünnen Strahle eingegossen wird. Verdünnte Lösungen (0,5—1 Proz.) erleiden durch Alkohol keine Fällung, es entsteht vielmehr eine milchige Emulsion, aus der sich durch Zusatz einer geringen Menge einer alkoholischen Lösung von Rhodanammonium das Tetrabromid in Form schneeweißer Flocken abscheiden läßt.

Es ist in Benzol und Chloroform löslich, unlöslich dagegen in Benzin, Alkohol, Äther, Eisessig und Schwefelkohlenstoff. In Anilin, Pyridin und Chinolin löst es sich bei gelindem Erwärmen, in Piperidin schon in der Kälte, aber die Lösung scheint in jedem Falle von partieller Zersetzung begleitet zu sein. Bei Temperaturen unter 50° C erfährt das Tetrabromid keine Zersetzung, beim Erhitzen auf 50—60° C färbt es sich unter Entwicklung von Bromwasserstoff langsam rötlichgelb und bei höherer Temperatur geht diese Veränderung sehr rasch vor sich, wobei schließlich ein dunkelbraunes Pulver zurückbleibt, das aber selbst bei langem Erhitzen auf 130° C noch erhebliche Mengen an Brom enthält.

Behandelt man nach Hinrichsen, Quensell und Kindscher[3]) das Tetrabromid mit kochender alkoholischer Natronlauge, so wird ein Teil des Broms herausgenommen. Man kann die Reaktion unter stetigem Erneuern der Natronlauge fortsetzen und erhält schließlich einen rotbraunen, harten, ungesättigten Körper, der kein Brom mehr enthält. Die Beobachtung Ostromysslenskys[4]), daß bei der Abspaltung von Bromwasserstoff aus dem Bromid der entstandene rotbraune Körper einen Kohlenwasserstoff darstellt, der beim Erhitzen auf 150° in ein schwarzes, vulkanisierbares Produkt von kautschukähnlichen Eigenschaften übergeht, konnten die genannten Forscher nicht bestätigen.

Gegen starke Mineralsäuren verhält sich das Tetrabromid auffallend indifferent; selbst rauchende Salpetersäure wirkt in der Kälte kaum merkbar ein. Erst beim Erhitzen mit Salpetersäure, bei Gegenwart von Silbernitrat wird es unter Abscheidung von Bromsilber vollständig zer-

1) Journ. chem. soc. **888**, p. 682.
2) Weber, B. B. **33** (1900), p. 786.
3) B. B. **46** (1913), p. 1285.
4) Chem. Zentralbl. **36** (1912), p. 199.

setzt. Budde[1]) hat, gestützt auf die Bildung von Tetrabromkautschuk in Chloroformlösung, ein Verfahren zur Bestimmung des Reinkautschuks in Rohkautschuk und Kautschukwaren ausgearbeitet, dem aber nach den Untersuchungen von Harries und Rimpel[2]), Hinrichsen und Kindscher[3]), Esch[3]) u. a. mehrere Fehlerquellen anhaften, welche die Ergebnisse des Verfahrens als nicht einwandfrei erscheinen lassen.

Hübner[4]) zeigte, daß das Kautschuktetrabromid auch durch wiederholtes Behandeln des fein zerkleinerten, festen Kautschuks mit Bromwasser unter Erwärmen auf 70—80° C gebildet werden kann und modifizierte dementsprechend die Methode von Budde. Aus Untersuchungen von Hinrichsen und Kindscher[5]) geht jedoch hervor, daß auch die Hübnersche Methode eine Reihe von Fehlerquellen in sich schließt und keine verläßlichen Resultate erzielen läßt.

Nach neueren Beobachtungen von Hinrichsen und Kindscher[6]) können die nachgewiesenen Fehler vermieden werden, wenn man die Bromierung von Rohkautschuk in Chloroformlösung unter Eiskühlung ausführt; es entsteht dann unabhängig von der Größe des angewandten Bromüberschusses, sowie von der Einwirkungsdauer des Broms das Tetrabromid.

Über die Einwirkung von Jod auf Kautschuk liegt von C. O. Weber[7]) eine Beobachtung vor, nach welcher die Bildung einer Verbindung von der Formel $C_{20}H_{32}J_6$ bei der Einwirkung einer Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff im Überschuß auf eine Lösung von Kautschuk in dem gleichen Lösungsmittel zustande kommen soll. Die Untersuchungen von F. W. Hinrichsen und R. Kempf[8]) konnten die Versuchsergebnisse Webers nicht bestätigen und zeigten, daß die Reaktion zwischen elementarem Jod und Kautschuk wesentlich vom Licht beeinflußt wird. Bei direkter Sonnenbestrahlung wird eine 1 proz. Jodchloroformlösung von einer 1 proz. Lösung des Kautschuks in demselben Lösungsmittel ziemlich rasch so lange aufgenommen bis auf zwei Moleküle $C_{10}H_{16}$ ein Atom Jod verbraucht worden ist. Es tritt dann auch bei wochenlanger Beleuchtung keine weitere Entfärbung ein, die Lösung wird im Gegenteil dunkelrotbraun und scheidet bräunlichgelbe Flocken aus.

Beim Eingießen der völlig entfärbten und im Vakuum etwas eingeengten Reaktionsflüssigkeit in viel Benzin, fällt eine nahezu weiße

1) Pharm. Zeitung **50** (1905), p. 432.
2) Gummi-Zeitung **23,** p. 370; Liebigs Annal. **383,** p. 157.
3) Chemiker-Zeitung. 1911, p. 329 und 971.
4) Ebenda 1909, p. 155.
5) Ebenda 1912, p. 217.
6) B. B. **46** (1913), p. 1285.
7) Ebenda **33** (1900), p. 788.
8) Ebenda **43** (1913), p. 1287.

pulverige Substanz aus, die nach der Analyse außer Jod auch anscheinend noch viel Sauerstoff enthält und deren Zusammensetzung der Formel $C_{20}H_{27}O_7J$ entsprechen soll. Sie stellt eine nahezu rein weiße, leicht zersetzliche Substanz dar, die sich leicht in Chloroform mit gelblicher Farbe löst, ebenso auch in Alkohol namentlich in der Wärme, dagegen in Benzin ganz unlöslich ist. Beim Erhitzen zersetzt sie sich heftig und mit einem Male durch die ganze Masse, auch bei allmählicher Temperatursteigerung, unter Bildung einer rotbraunen Flüssigkeit und unter Abgabe von Joddampf. In einer Jodatmosphäre, bei Ausschluß von Licht aufbewahrt, absorbiert sie kräftig den Joddampf bis zur Anlagerung von etwa 7 Atomen Jod auf obige Jodverbindung. Dem Sonnenlicht ausgesetzt gibt die entstandene Verbindung $C_{20}H_{27}O_7J_8$ sehr schnell wieder Jod ab. Das Sonnenlicht scheint demnach bis zur Aufnahme von ein Atom Jod auf zwei Moleküle Kautschuk ein positiver, alsdann ein negativer Katalysator zu sein.

Halogenwasserstoffsäuren wirken, wie die tägliche Laboratoriumserfahrung zeigt, energisch verändernd auf Kautschuk ein. C. O. Weber[1]) zeigte zuerst, daß derselbe in benzolischer Lösung mit feuchter Chlorwasserstoffsäure behandelt, in eine zähe, weiße, später bröckelig werdende Masse übergeht, die bei der Analyse der Formel $C_{10}H_{18}Cl_2$ entspricht und beim Erhitzen mit organischen Basen unter Salzsäureabspaltung in Lösung geht. Dagegen gelang es Weber nicht aus dem Kautschuk analoge Additionsprodukte mit Brom- und Jodwasserstoffsäure zu erhalten.

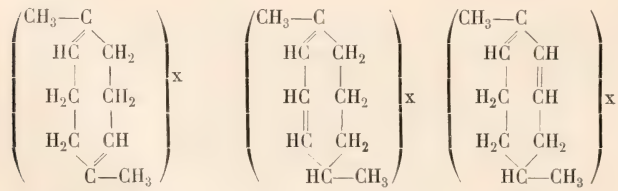
Harries[2]) stellte in jüngster Zeit fest, daß der natürliche Kautschuk nicht nur mit Chlorwasserstoffsäure, sondern auch mit den übrigen Halogenwasserstoffsäuren Dihydrohalogenverbindungen bildet, wenn man in die Chloroformlösung desselben bis zur Sättigung Halogenwasserstoffsäure einleitet. Aus der gesättigten Lösung kann nach 12stündigem Stehen durch Fällen mit absolutem Alkohol das entstandene Hydrohalogenid zunächst in Form eines weißen zähen, in Chloroform und Benzol beim Erwärmen löslichen, in Alkohol und Äther nicht löslichen Produktes abgeschieden werden, das beim Erhitzen keinen bestimmten Schmelzpunkt zeigt, sondern bei bestimmten Temperaturen Halogenwasserstoffsäure abzugeben beginnt, um sich schließlich vollständig zu zersetzen. Das Dihydrochlorid beginnt gegen 145° Chlorwasserstoff abzugeben und zersetzt sich völlig oberhalb 185°, das Dihydrobromid spaltet langsam oberhalb 135° Bromwasserstoff ab, während völlige Zersetzung bei 160° eintritt und das Dihydrojodid endlich beginnt schon

1) B. B. **33** (1900), p. 779.
2) Ebenda **46** (1913), p. 733.

gegen 100° deutlich Jod abzuspalten und zersetzt sich bei 125—135° vollständig.

Wie schon Weber feststellte, kann man aus den Hydrohalogeniden des Kautschuks durch Erhitzen mit organischen Basen einen großen Teil des Halogenwasserstoffes abspalten, aber nur schwierig auf diese Weise halogenfreie Verbindungen erhalten. Man gelangt dagegen nach Harries[1]) zum Ziel, wenn das Erhitzen mit Pyridin, Piperidin u. ä. Substanzen im Rohr auf etwa 125—145° vorgenommen wird, wobei in Form eines festen weißen bis hellbraunen kautschukartigen Stoffes ein Reaktionsprodukt isoliert werden kann, welches aber nicht mehr identisch mit dem natürlichen Kautschuk ist, vielmehr große Ähnlichkeit mit dem Natriumkautschuk, den man durch die katalytische Einwirkung von metallischem Natrium auf Isopren gewinnen kann, besitzt, mit diesem jedoch keineswegs identisch ist, da die Ozonide der beiden Substanzen bei der Spaltung verschiedene Spaltungsprodukte liefern.

Zersetzt man den Hydrohalogenkautschuk statt mit organischen Basen mit Alkalihydrat und Natriumanoid, so erhält man ebenfalls einen halogenfreien Kautschuk, der aber verschieden ist von dem durch organische Basen gewonnenen Regenerat. Zur Erklärung dieser Tatsache nimmt Harries[1]) an, daß durch die Abspaltung des Halogenwasserstoffes eine Verschiebung der Doppelbindung, wie wir sie von einfachen Terpenen her kennen, verursacht wird und zwar die Bildung von konjugierten Doppelbindungen eintritt, weil die entstehenden Kautschukarten schwer ozonisierbar sind. Legt man die Cyclooktadiënformel zugrunde, so ließen sich die beiden durch Regeneration entstehenden Kautschukformen, im Vergleich zum natürlichen Kautschuk, durch folgende Formel ausdrücken.



I natürlicher Kautschuk

II, III Regenerat-Kautschuk

Eine besondere Bedeutung haben die Umsetzungsprodukte, welche der Kautschuk mit Schwefelchlorür (S_2Cl_2) und Schwefel zu bilden vermag, denn diese bilden den wesentlichen Bestandteil des vulkanisierten

[1]) B. B. **46** (1913), p. 734.

Kautschuks, jener Form des Kautschuks, in die er zwecks Herstellung technischer Kautschukwaren überführt wird.

Durch die Vulkanisation des Kautschuks, welche darin besteht, daß die Kautschuksubstanz in irgend einer Weise mit Schwefelchlorür oder Schwefel gemischt, bzw. durchtränkt und danach auf 120° C und höher erhitzt wird, bindet er je nach der Zeitdauer und der zur Anwendung kommenden Temperatur, teils physikalisch, teils chemisch mehr oder weniger von dem Schwefelchlorür oder Schwefel und erlangt dadurch sowohl in chemischer, wie auch in physikalischer Hinsicht eine Änderung seiner Eigenschaften, die ihn für die technische Verarbeitung zu den verschiedenartigsten Produkten viel geeigneter als den Rohkautschuk macht.

Die wichtigsten Veränderungen, welche der Rohkautschuk durch die Vulkanisation erfährt, bestehen darin, daß er jede Stufe der Elastizität und Bearbeitungsfähigkeit zu erlangen vermag und seine Elastizität innerhalb sehr weiter Temperaturgrenzen beibehält. Während unvulkanisierter Kautschuk bei + 4° C hart und starr und gegen 50° C weich und klebend wird, behält der geschwefelte Weichgummi seine Geschmeidigkeit unter 0° C und bis etwas über + 150° C unverändert bei. Der Hartgummi dagegen verhält sich wie Horn und Elfenbein und ist wie diese der feinsten Politur zugänglich und ebenso, wenn auch etwas schwieriger, der Bearbeitung durch Schneidewerkzeuge. Der vulkanisierte Kautschuk ist ferner, insbesondere in Form des Hartkautschuks, widerstandsfähiger gegen die Einwirkung von Alkalien und Säuren, weniger leicht löslich in den Lösungsmitteln des Rohkautschuks und ferner auch weniger porös und die Wärme schlechter leitend, als dieser.

Die Wertbestimmung des Rohkautschuks auf chemischem Wege erstreckt sich auf die Ermittlung des Waschverlustes, das ist der Gehalt an mechanischen, durch Waschen entfernbaren Verunreinigungen, der Feuchtigkeit, der eigentlichen Kautschuksubstanz, der Harze, Aschenbestandteile und Stickstoffsubstanzen (Eiweißstoffe). Da, wie bereits hervorgehoben wurde, die direkten Methoden der Kautschukbestimmung als Bromid (Budde[1]) und Nitrosit (Harries[2]) beziehungsweise Nitrosat (Alexander[3]) nur angenäherte Werte liefern, wird diese Bestimmung viel sicherer nach Spence[4]) auf dem indirekten Wege durchgeführt, indem man dem Rohkautschuk zunächst durch Extraktion mit Azeton die Harze entzieht und bestimmt und aus dem Rückstand durch Digerieren mit Benzol die Kautschuksubstanz in Lösung überführt und den benzolunlöslichen Anteil feststellt. Die Menge der Kautschuksubstanz

1) Gummi-Zeitung **24** (1909), p. 4.
2) Ber. d. deutsch. pharmaz. Gesellschaft.
3) Zeitschrift f. ang. Chemie **18,** p. 464; **20,** p. 1355; **24,** p. 680.
4) Chem. Zentralbl. **1** (1908), p. 744.

ergibt sich dann aus der Differenz und direkt durch Eindampfen eines aliquoten Teiles der Benzollösung.

Schließlich sei noch auf die erfolgreichen Arbeiten der jüngsten Zeit von Hofmann und Coutelle[1]), Harries[2]) und Mathews und Strange[2]), hingewiesen, welche die Lösung der synthetischen Darstellung des Kautschuks und kautschukähnlicher Substanzen aus dem Isopren C_5H_8 und seinen Homologen als: Erythren (1,3 Butadiën) C_4H_6, Pyperylen (α-Methylbutadiën) C_5H_8 und 2,3 Dimethylbutadiën C_6H_{10} durch länger andauerndes Erhitzen auf Temperaturen zwischen 90—200° (Wärmepolymerisation) oder durch Einwirkung von Alkalimetallen bei gewöhnlicher Temperatur erbrachten.

2. Guttapercha.

Die Guttapercha, deren Abstammung und Gewinnung an anderer Stelle eingehend besprochen wurde, stellt, wenn sie durch Auskneten unter warmem Wasser von den anhaftenden Beimengungen als: Sand, Erde, Rindenteilchen, Farbstoffen usw. befreit wurde, eine gelbbraune bis braune, bei gewöhnlicher Temperatur lederartig zähe, biegsame Masse dar, die sich zum Unterschied von Kautschuk leicht schneiden läßt und unvergleichlich weniger elastisch ist als dieser. Auf 45° C erwärmt, wird sie teigartig, doch bleibt sie zähe; bei 62—65° C ist sie so weich und bildsam, daß man sie leicht in Formen gießen und in Fäden, Platten und Röhren ausziehen kann. Über 100° C erhitzt wird die Guttapercha klebrig, um gegen 150° C unter teilweiser Zersetzung zu schmelzen.

Ihr spezifisches Gewicht beträgt nach Adriani[3]) 0,96—0,999; nach Payen[4]) soll sie im völlig luftfreien Zustande sogar schwerer als Wasser sein. Sie fühlt sich fettig an und besitzt, namentlich in der Wärme, einen dem Kautschuk ähnlichen Geruch. Für Wärme und Elektrizität, ist sie ein schlechter Leiter und daher ein vortrefflicher Isolator.

In Wasser ist die Guttapercha bei allen Temperaturen unlöslich; in kochendem Wasser wird sie klebrig und fadenziehend, wobei sie einige Prozente Wasser aufnimmt. Absoluter Alkohol und Äther lösen sie nur zum Teil; Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Petroleum, Terpentinöl und die bei der trockenen des Kautschuks und der Guttapercha resultierenden Öle lösen die Guttapercha, besonders in der Wärme, vollständig auf. Tschirch[5]), welcher die Löslichkeit einer aus Deutsch-Neu Guinea stammenden Rohguttapercha in verschiedenen Lösungsmitteln feststellte, fand:

1) Zeitschr. f. ang. Chemie **25** (1912), p. 1465.
2) Liebigs Annalen **383,** p. 190, 234 und 395.
3) Jahrb. d. Chem. 1850, p. 519.
4) Compt. rend. **35,** p. 109.
5) Die Harze und die Harzbehälter.

Name	Gelöst wurden bei gewöhnlicher Temperatur Prozent	Gelöst wurden bei Siedetemperatur Prozent
Alkohol	12	42
Äther	40	96
Azeton	15	40
Benzol	97	97
Chloroform	97	97
Petroläther	40	97
Schwefelkohlenstoff	97	97
Toluol	97	97
Wasser	1	2

Die Rohguttapercha stellt aus den gleichen Gründen, die beim Rohkautschuk hervorgehoben wurden, ein wechselndes Gemenge der verschiedensten Substanzen dar; sie enthält neben einem kautschukähnlichen Kohlenwasserstoff, der nach dem Vorschlage von Tschirch mit Gutta bezeichnet wird, noch stets Wasser, mineralische Verunreinigungen (Aschenbestandteile), Zucker, Eiweiß, Gerbstoffe und Harze. Von diesen Gemengteilen wurden bisher nur die Gutta und die Harze einer eingehenderen Untersuchung unterzogen, während über die Natur der übrigen Bestandteile nähere Angaben nicht vorliegen.

Die Tabelle I, welche die Resultate einer von Ditmar[1]) durchgeführten Untersuchung verschiedener Handels-Guttaperchasorten enthält, gibt ein Bild über die weitgezogenen Grenzen, innerhalb welcher die einzelnen Bestandteile an der Zusammensetzung der Handelsware teilnehmen können und sie zeigt vor allem, daß nicht immer die Gutta den Hauptbestandteil darstellt.

Tabelle I.

Name der Guttapercha	Gewaschen oder ungewaschen	Harz Prozent	Wasser Prozent	Organ. Schmutz Prozent	Anorgan. Schmutz Prozent	Gutta Prozent	Preis in Mark etwa	Anmerkung
Tjipetir	ungewaschen	11,09	5,08	7,71	1,14	74,98	9,17	Aus Blättern extrahiertes Harz ist grasgrün.
Weiße Guttapercha	gewaschen	48,65	—	1,09	0,20	49,10	?	Ist gebleicht. Hat beim Trocknen um 1,6 Prozent zugenommen.
Gulai prima	gewaschen	48,58	15,27	1,52	0,87	33,76	5,51	
Gulai secunda	gewaschen	55,39	12,67	1,48	0,92	29,54	5,09	
Akassa	gewaschen	73,19	11,46	2,54	0,70	12,83	2,38	
Siak	gewaschen	69,50	11,31	3,54	1,31	14,34	2,20	
Penang	gewaschen	65,22	9,84	3,72	0,81	20,41	2,55	

1) Zeitschr. f. Chem. und Ind. d. Kolloide **10** (1912), p. 235.

Die Harze, welche man durch Extrahieren entweder mit Alkohol, Azeton oder Essigäther[1]) in Lösung überführen und von den sonstigen Beimengungen gleichzeitig trennen kann, werden nach Tschirch, auf Grund ihrer Löslichkeitsverhältnisse gegenüber Alkohol in drei Gruppen unterschieden. Den in kalten Alkohol löslichen Anteil der Gesamtharze bezeichnet er als Fluavile, jenen, der sich in heißem Alkohol löst, als Albane und den bei dieser Behandlung unlöslich bleibenden Rückstand der Harze als Albanane.

Diese durch Alkohol abzutrennenden Gruppen stellen aber noch keineswegs einheitliche Körper dar, sie können vielmehr noch weiter zerlegt werden. Bei den Fluavilen gelingt das nach Tschirch[2]) durch Behandeln mit 80 Proz. Alkohol in der Kälte und unter Erwärmen, während bei den Albanen[3]) eine Trennung durch fraktionierte Kristallisation aus heißem Alkohol in durch ihre Kristallformen wohl unterschiedene Sphärit- und Kristallalbane durchgeführt werden kann. Für diese einzelnen Körper der gleichen Gruppe benutzt Tschirch dann zur Unterscheidung entweder die charakteristische Kristallform oder die Bezeichnung α, β, γ, wobei der Bestandteil mit dem höchsten Schmelzpunkt mit α, mit nächstniedrigerem als β, usw. gekennzeichnet wird. Da es sich ferner herausgestellt hat, daß die Fluavile, Albane und Albanane der verschiedenen Handelssorten der Guttapercha nicht übereinstimmen, unterscheidet Tschirch die einzelnen Harze noch durch ein Präfix, welches die Herkunft bezeichnet.

In der Tabelle II findet sich eine derartige Gruppentrennung, wie sie Ditmar bei der Untersuchung der in Tabelle I zusammengestellten

Tabelle II.

Sorte	Erweichungspunkt	Gesamtharze Prozent	Fluavil Prozent	Alban Prozent	Albanane Prozent	Anmerkung
Tjipetir . . .	60	11,09	5,84	4,72	0,53	Fluavile oxydierten, sind aus der Differenz gerechnet.
Weiße Guttapercha . .	50	48,65	39,36	9,26	0,03	
Gulai prima .	47	48,58	27,55	20,55	0,48	
Gulai secunda	37	55,39	21,07	32,45	1,87	
Akassa . . .	35	73,19	10,54	62,45	0,20	Albane aus der Differenz gerechnet, weil stark oxydiert.
Siak	40	69,50	14,58	49,00	5,92	
Penang . . .	42	65,22	18,49	42,89	3,84	

1) Ditmar, Zeitschr. f. Chem. und Ind. d. Kolloide **10** (1912), p. 234.
2) Harze und Harzbehälter. 2. Aufl., 1906, 1. Bd., p. 936.
3) Ebenda p. 917.

Guttaperchasorten vorgenommen hat, aufgezählt, während sich die Tabelle III auf die von Tschirch durchgeführte, eingehende Zerlegung der Harze in der Guttapercha von Neu-Guinea und Sumatra bezieht. In dieser Tabelle finden sich auch die von Tschirch ermittelten Formeln für die Zusammensetzung der einzelnen Harze angeführt. In Wasser sind sie durchweg unlöslich, dagegen leicht löslich in Äther, Azeton, Essigäther, Eisessig, Petroläther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Phenol und gegenüber Alkohol zeigen sie jene Unterschiede im Lösungsvermögen, welche die Grundlage für die Trennung in die einzelnen Gruppen bilden.

Tabelle III[1]).

Neu Guinea-Guttapercha	Schmelzpunkt in °C	Formel	Sumatra-Guttapercha	Schmelzpunkt in °C	Formel
Guinagutta	—	$C_{10}H_{16}$	Sumagutta	—	$C_{10}H_{16}$
Guinalbanan	62	$C_{48}H_{88}O$	Sumaalbanan	61	$C_{30}H_{44}O$
α-Guinalban (Nadelalban)	171	$C_{42}H_{70}O$	α-Sumalban (Kristallalban)	228	$C_{40}H_{32}O_2$
β-Guinalban (Kristallalban)	136	$C_{22}H_{32}O$	β-Sumalban (Sphäritalban)	152	$C_{30}H_{44}O_2$
γ-Guinalban (Sphäritalban)	111	$(C_{22}H_{32}O)_4$	γ-Sumalban (Isosphäritalban	142	$C_{30}H_{44}O_2$
α-Guinafluavil. . . .	83	$C_{22}H_{36}O_3$	α-Sumealbaresinol . .	207	$C_{50}H_{80}O_2$
β-Guinafluavil. . . .	72	$C_{15}H_{24}O$	β-Sumealbaresinol . .	151	$C_{50}H_{80}O_2$
β-Guinalbaresinol . .	104	—	γ-Sumealbaresinol . .	171	$C_{40}H_{64}O_2$
γ-Guinalbaresinol . .	168	$C_{26}H_{44}O$	Sumafluavilresinol . .	—	—
α-Guinafluavilresinol .	136	$C_{28}H_{48}O_2$			

Beim Kochen mit alkoholischer Kalilösung[2]) konnten die meisten Harze unter Bildung von Zimtsäure und zumeist gut kristallisierenden Alkoholen (Resinolen) verseift werden, so daß die größte Zahl der untersuchten Harze als Zimtsäureester dieser Resinole anzusehen sind. In der Tabelle III finden sich auch Angaben über die Schmelzpunkte und chemische Zusammensetzung einiger Resinole, die aus der Guttapercha von Neu-Guinea und Sumatra erhalten wurden, aufgenommen.

Hinsichtlich des Einflusses, den die Natur und Menge der einzelnen Harze auf die Qualität der Handelsware zu nehmen vermag, spricht Tschirch[3]) die Ansicht aus, daß das Alban die guten Eigenschaften der Guttapercha nicht beeinträchtigt, vielleicht sogar für eine gute Handelsware notwendig ist; daß aber das Fluavil, sobald es in beträcht-

1) Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter. 2. Aufl., 1906, p. 951.

2) van Romburgh, B. B. 1904, p. 3440. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, p. 927 ff.

3) Die Harze und die Harzbehälter. 2. Aufl., 1906, p. 913.

lichen Mengen auftritt, den Wert der Guttapercha herabsetzt. Auf Grund der Ergebnisse, welche Ditmar[1]) bei den von ihm untersuchten Guttaperchasorten erhielt, hält er diese Anschauung Tschirchs für nicht zutreffend, indem er darauf hinweist, daß die weiße Guttapercha (siehe Tabelle II) trotz ihres höheren Gehaltes an Fluavil, eine besonders wertvolle Sorte darstellt und daß ein höherer Gehalt an Alban und Albananen den Handelswert der Guttapercha im allgemeinen herabsetzt.

Der in der Guttapercha in wechselnden Mengen vorhandene Kohlenwasserstoff, welcher mit dem Namen Gutta bezeichnet wird, läßt sich nach Tschirch[2]) aus der Guttapercha, nachdem sie durch Extraktion mit Alkohol, Azeton oder Essigäther von den Harzen befreit wurde, durch wiederholtes Lösen in Chloroform und Fällen mit Alkohol, in Form eines lockeren, rein weißen, amorphen Pulvers gewinnen, welches sich leicht zu Klümpchen ballt und weder Geruch noch Geschmack besitzt. Aus der Neu-Guinea-Guttapercha gelang es Tschirch[3]), den Kohlenwasserstoff aus der heißen Ätherlösung in kristallinischer Form und zwar in kleinen gekrümmten Nadeln zur Abscheidung zu bringen und er knüpft daran die Bemerkung, daß kein Grund vorliege anzunehmen, die Guttas der übrigen Guttaperchaarten seien nicht auch kristallinisch zu erhalten. Bei 60° C sinterte die Guinea-Guttapercha bereits stark zusammen und erschien glasartig durchsichtig; selbst bei 100° C erfolgte aber noch keine Schmelzung, während die Sumagutta schon bei 53° C zu einer dicken, klaren, farblosen Flüssigkeit schmolz. Beim weiteren Erhitzen auf 160° wurde sie dünnflüssig, fing bei 175° C an sich gelb zu färben und wurde höher erhitzt, ohne zu sieden, immer dunkler.

Die Gutta ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löslich hingegen in heißem Äther, in Chloroform, Benzol, Toluol, Petroläther, Schwefelkohlenstoff, fetten und ätherischen Ölen.

Die Analysen der reinen Gutta entsprechen sehr genau der Zusammensetzung eines Kohlenwasserstoffes von der Formel $(C_{10}H_{16})n$, dessen Molekulargröße zwar bisher nicht festgestellt werden konnte, der jedoch entweder als ein Isomeres des Kautschukkohlenwasserstoffes, oder aber als ein anderes Polymeres desselben Kohlenwasserstoffes, der dem Kautschuk zugrunde gelegt werden kann, anzusehen ist.

Bei der trockenen Destillation liefert die Gutta, in Übereinstimmung mit dem Kautschuk, nach Ramsay[4]) neben Isopren noch Kohlenwasserstoffe der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16})$ mit dem Siedepunkt 170° und von 280—300° C.

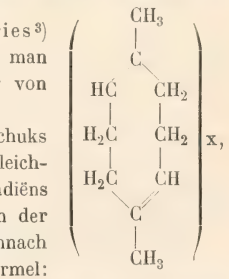
1) Zeitschr. f. Chem. und Ind. d. Kolloide **10** (1912), p. 237.
2) Die Harze und die Harzbehälter. 2. Aufl., 1906, p. 902 und 904.
3) Ebenda p. 944.
4) Chem. Zentralbl. 1903, p. 83.

Der Luft und dem Sonnenlicht ausgesetzt, hält sich die Gutta einige Zeit unverändert, dann wird sie gelblich, zerreiblich und teilweise löslich in Alkohol; es bilden sich allem Anscheine nach durch Oxydation alkohollösliche Produkte (Harze). Nach den Beobachtungen von Ramsay[1] oxydiert sie sich in ätherischer Lösung leicht durch den Luftsauerstoff und liefert dabei eine Verbindung von der Zusammensetzung $C_{17}H_{26}O$, welche in Alkohol, Azeton, Äther und Toluol löslich ist und ähnliche Reaktionen wie Alban zeigt. Nimmt man die Oxydation durch Luft in siedendem Toluol vor, so entsteht ein dickes, in Alkohol lösliches Öl, von der Zusammensetzung $C_{12}H_{22}O_4$, das bei der trockenen Destillation Kohlenoxyd, Kohlensäure und Methan abspaltet und eine flüssige, nach Pfefferminze riechende Verbindung $C_{12}H_{20}O_3$ liefert[1]).

Bei der Einwirkung von Ozon auf Lösungen der Gutta in Chloroform erhält man nach Harries[2]) die gleichen Ozonide wie beim Kautschuk, und zwar bei der Behandlung mit Rohozon ein Guttadioxozonid $C_{10}H_{16}O_8$, mit gewaschenem, 6—8 proz. Reinozon ein Guttaozonid $C_{10}H_{16}O_6$, welche bei der Spaltung mit Wasser dieselben Spaltungsprodukte, in den gleichen Mengenverhältnissen und mit derselben Zersetzungsgeschwindigkeit wie die entsprechenden Kautschukverbindungen liefern. Das Diozonid zerfällt demnach in $^2/_3$ Lävulinaldehyd und $^1/_3$ Lävulinsäure, das Dioxozonid dagegen in $^1/_3$ Aldehyd und $^2/_3$ Säure.

Abweichende frühere Befunde von Harries[3]) rühren, seinen Angaben nach, davon her, daß man damals noch nicht die verschiedene Wirkung von Rohozon und Reinozon kannte.

Aus der Identität der Ozonide des Kautschuks und der Gutta folgert Harries[4]), daß letztere gleichfalls ein Polymeres des 1,5 Dimethylcyclooktadiëns 1,5 darstellt, dessen Molekulargröße jedoch von der des Kautschuks verschieden ist. Man kann demnach die Zusammensetzung der Gutta durch die Formel:



ausdrücken und es bleibt den weiteren wissenschaftlichen Forschungen vorbehalten eine genauere Bestimmung des X für die Gutta und des X für den Kautschuk zu ermöglichen.

Die sonstigen bisher näher studierten Verbindungen der Gutta zeigen in der Regel eine große Ähnlichkeit mit den analogen Verbindungen des

---

1) Ramsay, Chem. Zentralbl. 1903, p. 83.
2) Zeitschr. f. angew. Chemie **25** (1912), p. 1462.
3) B. B. **38** (1905), p. 3985.
4) Zeitschr. f. angew. Chemie **25** (1912), p. 1462.

Kautschuks; insbesondere zeigt sich dies in dem Verhalten derselben gegen Halogenwasserstoffsäuren, mit welchen sie nach Harries[1]) nach dem beim Kautschuk angegebenen Verfahren genau ebenso leicht feste Additionsprodukte liefert, die sich von den entsprechenden Kautschukpräparaten kaum unterscheiden.

Guttapercha-Dihydrochlorid $C_{10}H_{18}Cl_2$ stellt eine grauweiße, zähe, später brücklig werdende Masse dar, löslich in Chloroform, unlöslich in Alkohol, spaltet gegen 170° Chlorwasserstoffsäure ab und zersetzt sich völlig oberhalb 200°. Das Dihydrobromid $C_{10}H_{18}Br_{12}$ bildet eine weißgraue, später braun werdende zähe Masse, löslich in Chloroform, nicht löslich in Alkohol, die gegen 144° Bromwasserstoffsäure abzuspalten beginnt und sich oberhalb 200° zersetzt.

Das Dihydrojodid $C_{10}H_{18}J_2$ ist eine zunächst weiße, sehr schnell braun werdende Masse, die in Chloroform löslich, in Alkohol unlöslich erscheint und schon gegen 100° sich zu zersetzen beginnt und bei 125—135° Jod und Jodwasserstoff abspaltet.

Erhitzt man die Hydrohalogenverbindungen der Guttapercha mit organischen Basen, wie Pyridin und Piperidin, auf etwa 125—145° im Rohr, so erhält man unter Abspaltung von Halogenwasserstoff halogenfreie Produkte, welche vollkommen die Eigenschaften eines Kautschuks besitzen. Damit ist die Möglichkeit einer Überführung der Guttapercha in Kautschuk festgestellt. Das Regenerat ist von bräunlicher Farbe, sehr elastisch, wird von Benzol beim Erwärmen glatt aufgenommen, bisweilen bleibt indessen ein unlöslicher aufgequollener Rückstand. Bei der Behandlung mit Ozon liefert es ein Diozonid, welches bei der Spaltung die für Kautschuk charakteristische Zersetzungskurve aufweist.

Wird Guttapercha mit Fluorwasserstoff behandelt, so bildet sich, wie beim Kautschuk, kein Hydrofluorid; sie erleidet aber hierbei eigenartige Veränderungen, die bisher noch nicht näher studiert wurden.

Über die Einwirkung von Halogenen auf Guttapercha wurde die des Broms von Ramsay, Chick und Collingridge[2]) näher studiert und die Bildung einer farblosen, amorphen Verbindung von der Zusammensetzung $C_{10}H_{16}Br_4$ oder $C_{17}H_{27}Br_7$ beobachtet, welche in Benzol, Toluol und Chloroform löslich, in Wasser und Alkohol unlöslich ist, und bei 120° unter Abspaltung von Bromwasserstoff sich zersetzt.

Beim Einleiten von salpetriger Säure in die Benzollösung einer gereinigten Guttapercha erhielt Harries[3]) ein Nitrosit von der Zusammen-

1) B. B. **46** (1913), p. 739.
2) Chem. Zentralbl. **1** (1903), p. 83.
3) B. B. **36** (1903), p. 1939.

setzung $(C_{10}H_{15}N_3O_7)_2$, dessen Eigenschaften mit dem des Kautschuknitrosits übereinstimmen. Sein Zersetzungspunkt liegt gleichfalls bei 160—161°.

Gegen konzentrierte Salpetersäure verhält sich die reine Guttapercha gleichfalls genau so wie der Kautschuk.

Über das Verhalten der Guttapercha gegen Schwefelchlorür und Schwefel liegen Beobachtungen von Caspari[1]) vor, welche zeigen, daß sich auch mit diesen Reagentien dem Kautschuk ähnliche Verbindungen bilden. Beim Zusammenmischen einer Benzinlösung von Guttapercha mit überschüssigem Chlorschwefel, erhielt er eine zu einer steifen Gallerte erstarrende Lösung, welche nach dem Reinigen, in getrocknetem Zustande, harte lichtgelbe Körnchen darstellte, die einen Maximal-Schwefelgehalt von 23,40 Proz. aufwiesen, der der Formel des Additionsproduktes $C_{10}H_{16}S_2Cl_2$ sehr gut entspricht.

Schwefel vulkanisiert Guttapercha sehr wirksam. Mischt man eine Benzinlösung derselben mit 5—10 proz. Schwefelpulver innig, destilliert das Lösungsmittel ab und vulkanisiert 3 Stunden bei 130° im Autoklaven, so erhält man ein elastisches Produkt. Die vulkanisierte Guttapercha zeigt dann Elastizität, wenn der Gehalt an gebundenem Schwefel 2,78 Proz. übersteigt. Um das Maximum an Schwefelaufnahme zu ermitteln, vulkanisierte Caspari gleiche Gewichtsmengen von Schwefel und Guttapercha 5 Stunden lang bei 130° und 10 Stunden lang bei 160°. Schon beim 5stündigen Erhitzen auf 130° konnte er feststellen, daß die Menge des gebundenen Schwefels der von Weber aufgestellten oberen Vulkanisationsgrenze des Kautschuks, die durch die Formel $C_{10}H_{16}S_2$ ausgedrückt werden kann, entspricht.

3. Die Balata

über deren Herkunft und Gewinnung an früherer Stelle schon das wesentliche zusammengestellt wurde, bildet den wichtigsten Ersatz der Guttapercha und nimmt hinsichtlich ihrer Eigenschaften die Mitte zwischen Kautschuk und Guttapercha ein.

Im Handel kommt das Produkt in Form von lederartigen, elastischen, außen braunen, innen ebenfalls braunen oder grauweißen Platten vor, die nach Tschirch[2]) bei 49—50° erweichen, plastisch werden und bei 149—150° schmelzen. Nach den Untersuchungen von Obach[3]) und Surie[3]), die sehr viele Proben verschiedener Herkunft und Alters untersuchten, enthält die Handelsware

1) Ditmar, Die Analyse des Kautschuks, der Guttapercha usw., p. 77.
2) Die Harze und die Harzbehälter **1** (1906), p. 956.
3) Ebenda p. 958.

	nach Obach	nach Surie
Wasser. . .	2,0—5,3 Proz.	3,8—4,6 Proz.
Harze . . .	34,6—40,3 »	40,57—43,55 »
Gutta . . .	41,5—43,5 »	48,18—49,50 »
Rückstand. .	9,9—14,5 »	8—10 »

Tschirch und Schereschewski[1]) stellten in ihrem Untersuchungsmaterial, welches 1,72 Proz. Wasser, 0,96 Proz. Asche und 45,03 Proz. Gutta enthielt, fest, daß etwa 5,7 Proz. in siedendem Wasser lösliche Bestandteile vorhanden waren, die sich aus Eiweißstoffen, Aschenbestandteilen und einem optisch inaktiven, Fehlingsche Lösung stark reduzierenden Kohlenhydrat (Gummi) zusammensetzten. Gerbstoffe und mit Wasserdämpfen flüchtige ätherische Öle konnten sie in dieser Rohbalata nicht nachweisen.

Die in Alkohol löslichen Bestandteile, die als Harze zusammengefaßt werden, lassen sich, ähnlich wie bei der Guttapercha, in einen im kalten Alkohol löslichen — Balafluavil genannt — und in einen im heißen Alkohol löslichen Anteil — Balalbane — zerlegen. Aus letzteren, die sich beim Erkalten des heißen alkoholischen Auszuges zunächst in Form eines Öles abscheiden, konnten Tschirch und Schereschewski[2]) durch fraktionierte Kristallisation zwei voneinander verschiedene Körper isolieren und zwar α-Balalban, $C_{27}H_{42}O_2$, Schmelzpunkt 230—231°, in Alkohol schwerer löslich und in Nadeln kristallisierend und β-Balalban $C_{27}H_{44}O_2$, Schmelzpunkt 108—109°, in heißem Alkohol leicht löslich und silberglänzende Schuppen, die rhombisch dünne Täfelchen darstellen, bildend. Für das Balafluavil, welches nicht kristallisiert zu erhalten war, stellten sie die Formel $C_{10}H_{18}O$[2]) fest.

Van Romburgh und N. H. Cohen ermittelten[3]), daß das α-Balalban nichts anderes sei, als β-Amyrinazetat, da sie es durch Verseifung in β-Amyrin und Essigsäure zerlegen konnten.

Die Harze der Balata spalten beim Verseifen mit alkoholischer Kalilösung keine Zimtsäure[4]) ab; es liegen demnach in ihnen keine Zimtsäurereste vor, im Gegensatz zu den Harzen vieler, wenn auch nicht aller Guttaperchasorten.

Der in der Balata enthaltene Kohlenwasserstoff — Balagutta genannt — kann nach Tschirch im kristallisierten Zustande erhalten werden, wenn man die mit Wasser und Alkohol erschöpfte Rohbalata in Chloroform löst, die trübe Lösung durch längeres Stehenlassen von

1) Die Harze und die Harzbehälter **1** (1906), p. 960.
2) Ebenda p. 963 und 967.
3) Ebenda p. 967.
4) Ebenda p. 964.

den suspendierten Bestandteilen trennt, die klare Lösung dann mit dem halben Volumen Äther versetzt und hierauf Alkohol bis zur bleibenden Trübung hinzufügt. Die Gutta beginnt dann an der Oberfläche der Flüssigkeit in sichel- und kommaförmigen, gekrümmten Nädelchen auszukristallisieren.

Die vollständig gereinigte Gutta ist ein sehr labiler Körper, der sich schon nach kurzer Aufbewahrung an der Luft gelb färbt, und in Alkohol und zwar im kalten, lösliche Produkte bildet.

Auf Grund seiner Analysen glaubt Tschirch[1]), daß für die Balagutta die Formel $C_{10}H_{18}$ mehr Wahrscheinlichkeit als $C_{10}H_{16}$ hat. Da jedoch das ganze Verhalten derselben dafür spricht, daß sie entweder ein Isomeres und ein Polymeres des Kautschuks darstellt, dürfte die wenig befriedigende Übereinstimmung der Analyse mit der Formel $C_{10}H_{16}$ auf die besonders leichte Veränderlichkeit des Kohlenwasserstoffs zurückzuführen sein.

Die reine Balagutta ist in Wasser, Alkohol und Azeton unlöslich, löslich dagegen in Benzol, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Petroleumäther, Pyridin und in den Destillationsölen des Kautschuks, schwer löslich in Äther. Sie wird nach Ditmar[2]) bei 48—49° C weich und elastisch, sintert bei 60° C, schmilzt bei etwa 295° und destilliert bei ungefähr 390° C.

An der Luft verändert sie sich unter Sauerstoffaufnahme, wie schon hervorgehoben wurde, sehr leicht unter Bildung von alkohollöslichen, harzähnlichen Produkten. Über ihr Verhalten gegen Ozon liegen bisher Untersuchungen noch nicht vor und es kann daher auf Grund der Spaltungsprodukte, welche die sich voraussichtlich bildenden Ozonide bei der Zersetzung mit Wasser liefern werden, derzeit noch kein Schluß auf die Konstitutionsverhältnisse bzw. auf die nähere Beziehung zu Kautschuk und Guttapercha gezogen werden.

Ebenso liegen über die Einwirkung anderer Reagentien nur wenige, unzureichende Untersuchungen vor.

Nach Ditmar[2]) erhält man beim Einleiten von Chlor in eine Chloroformlösung der Balagutta bis zur Sättigung, ein mikrokristallinisches, weißes Produkt mit kolloidalen Eigenschaften und einem Gehalt von 61,01 Proz. an Chlor, für welches er die Formel $C_{10}H_{12}Cl_6$ annimmt. Seine Bildung drückt er durch folgende Gleichung aus, wobei er für den Kohlenwasserstoff die wenig wahrscheinliche Formel $C_{10}H_{18}$ zugrunde legt und die Annahme macht, daß das Chlor nur substituierend wirkt: $C_{10}H_{18} + 6\,Cl_2 = C_{10}H_{12}Cl_6 + 4\,HCl$.

1) Die Harze und die Harzbehälter **1** (1906), p. 970.

2) Die Analyse des Kautschuks, der Guttapercha und Balata. 1909, p. 86.

Nimmt man an, was viel wahrscheinlicher erscheint, daß das Halogen gleichzeitig addierend und substituierend einwirkt, dann läßt sich die Umsetzung unter Beibehaltung der Formel $C_{10}H_{16}$ für den Kohlenwasserstoff folgendermaßen ausdrücken:

$$C_{10}H_{16} + 5\,Cl_2 = C_{10}H_{12}Cl_6 + 4\,ClH\,.$$

Caspari[1]) erhielt etwas abweichend ein Chlorderivat, mit einem Chlorgehalt von 60,17 Proz., für welches er die Formel $C_{30}H_{36}Cl_{14}$ aufstellte, indem er die Annahme macht, daß in dem Molekül $C_{30}H_{48}$ 12 Atome Cl durch Substitution eintreten und 2 Atome an dasselbe angelagert werden. Bei 150° C beginnt es sich unter Salzsäureentwicklung zu zersetzen.

Durch Eintragen von Brom und Jod in die wasserfreie Chloroformlösung der Balata entstehen nach Caspari durch Fällen mit Alkohol amorphe, weiße Produkte von Brom- bzw. Jodverbindungen der Balata. Für die Bromverbindung, die sich bei 130° C unter Entwicklung von Bromwasserstoffsäure zu zersetzen beginnt, nimmt er die Formel $C_{30}H_{46}Br_{10}$ an; die wenig beständige Jodverbindung enthält nach ihm nur 12—13 Proz. Jod fest gebunden.

Beim Einleiten von Chlorwasserstoff in die Benzollösung der Balata bis zur Sättigung läßt sich nach Caspari eine durch Fällen mit Alkohol in weißen, lederartigen Flocken sich ausscheidende Substanz gewinnen, die einen Chlorgehalt von 29,20 Proz. Chlor aufweist und angenähert der Formel $C_{30}H_{45}(HCl)_5$ (?) entspricht. Sie zersetzt sich beim Erhitzen auf 185° und löst sich in Benzol und Chloroform leicht auf.

Durch Einleiten von Stickstofftrioxyd in die Benzollösung der gereinigten Balata erhielt Harries[2]) Nitrosit, das in seiner Zusammensetzung $(C_{10}H_{15}N_3O_7)_2$ und den sonstigen chemischen Eigenschaften dem Nitrosit des Kautschuks und der Guttapercha gleicht und nur hinsichtlich des Zersetzungspunktes, der bei 155° liegt, gegenüber 160—161°, etwas abweicht.

Bei länger andauernder Einwirkung von Stickstoffperoxyd auf die Benzollösung der Balata beobachtete Caspari[3]) die Bildung des Nitrosates von der Formel $C_{10}H_{16}N_2O_4$, das sich zunächst in gelben, körnig werdenden Klumpen absonderte und nach dem Lösen in Azeton und Fällen mit Äther in Form eines weichen, ledergelben in Azeton und Essigäther löslichen Pulvers gewonnen wurde. Bei 90° schrumpfte es ein, wurde bei 120° teigig und zersetzte sich schließlich unter Gasentwicklung. Schließlich bildete sich bei weiterer Einwirkung von Stickstoffperoxyd das Nitrosit $C_{10}H_{15}N_3O_7$.

1) Chem. Zentralbl. **1** (1906), p. 560.
2) B. B. 1903, p. 1939.
3) Chem. Zentralbl. **1** (1906), p. 561.

Schwefelchlorür wird von Balata, wie von Kautschuk absorbiert und führt zu einer Verbindung, auf welche die Formel $C_{10}H_{16}S_2Cl_2$ angenähert stimmt. Nach seiner Reinigung stellt es harte lichtgelbe Körnchen dar, die sich zu einem feinen Pulver zerreiben lassen, keinen freien Schwefel mehr enthalten und in wechselnden Mengen Salzsäure abspalten.

Schwefel vulkanisiert nach Caspari[1]) und Ditmar[2]) sehr wirkungsvoll. Bei einem Schwefelgehalt von 2,69 Proz. waren die entstandenen Produkte entschieden elastisch, wenn auch nicht im gleichen Maße wie vulkanisierter Kautschuk. Bei einem Schwefelgehalt von 30—50 Proz. erhielt Ditmar vollständig ausvulkanisierte, elastische Proben. Als Maximum der Schwefelaufnahme fand Caspari bei 10stündigem Erhitzen auf 160° C einen Schwefelgehalt von 36,38 Proz.

Caspari faßt seine Untersuchungsergebnisse dahin zusammen, daß die Identität der Kohlenwasserstoffe in der Guttapercha und Balata erwiesen erscheint und daß kein bedeutender Unterschied in der Chemie der beiden Polyprene besteht. Es scheint, als ob man es hier mit ein und demselben Molekül zu tun hat, dessen vielleicht polymerische Verschiedenheit die vorhandenen Unterschiede bedingt.

V. Mikroskopisches Verhalten der Körper der Kautschukgruppe.

Nach Faraday ist der Kautschuk strukturlos, von organischer Struktur ist am Kautschuk nicht das mindeste wahrzunehmen. Dennoch ist er nicht eine durch und durch gleichartige Masse wie etwa das arabische Gummi. Payen hat ihm ein unregelmäßiges, netzförmiges Gefüge zugeschrieben, hervorgerufen durch unregelmäßig verteilte und unregelmäßig gestaltete Poren. — Wiesner[3]) hat viele Kautschuksorten im Mikroskope untersucht, von denen manche ein höchst unregelmäßiges, netzförmiges Gefüge erkennen ließen; doch hat dieser Forscher auch Sorten gefunden, die selbst bei 1000facher linearer Vergrößerung keine Spur von Hohlräumen zeigten, sondern aus großen, unregelmäßigen, runzeligen Blättern zusammengesetzt zu sein schienen. Durch Quellungsmittel verkleinern sich die Poren der Substanz und glätten sich die Runzeln aus. Rohe, geknetete, aber ungepreßte Guttapercha läßt, ähnlich wie gewisse Kautschuksorten, eine Anzahl höchst unregelmäßig gestalteter und verteilter Hohlräumchen erkennen. Die Masse selbst ist

1) Chem. Zentralbl. **1** (1906), p. 561.
2) Die Analyse des Kautschuks, der Guttapercha und Balata, p. 86.
3) 1. Aufl. dieses Buches, p. 164 ff.

runzelig. Gewalzte oder gepreßte Guttapercha zeigt eine faserige, nur wenig poröse Struktur. Dünne Plättchen, welche sich von der Guttapercha sehr leicht, von Kautschuk schwieriger herstellen lassen, sind reichlich von Luft durchsetzt und erscheinen im Mikroskop dunkel. Durch Einwirkung fetter Öle hellen sich die Schnitte auf[1]). Rohe ungeknetete Balata ist ein Haufwerk kleiner Kügelchen. Durchgeknetet oder gepreßt zeigt sie genau die Strukturverhältnisse der Guttapercha[2]).

In den Kautschuk eingelagert finden sich verschieden große und verschieden lichtbrechende Körper; namentlich Rohkautschukproben, die, wie es bei Sammlungsstücken der Fall ist, Jahre lang dem Einflusse der Luft ausgesetzt waren, sind reich an den erwähnten Einflüssen. In einer von Wiesner untersuchten geräucherten Kautschuksorte konnten überaus kleine, teils durchsichtige, stark lichtbrechende, teils undurchsichtig erscheinende Körnchen aufgefunden werden. In einigen Kautschuksorten wurden von Wiesner deutliche, wenn auch ziemlich stark gequollene Stärkekörnchen nachgewiesen. Ungemein groß ist der Stärkegehalt des Mistelkautschuks. Iltis[3]) fand in dieser venezuelanischen Kautschuksorte neben mit Chlorzinkjodlösung sich violett färbenden Zellwandfetzen massenhaft Stärkekörner, die ihre Struktur noch ganz deutlich erkennen ließen. Reichlich von Gewebsfragmenten durchsetzt sind die verschiedenen Sorten des Lianenkautschuks und der Guayulekautschuk. In ersterem sind es vorzugsweise Rindengewebsteile (Bastzellen, Sklerenchymzellen, Rindenparenchym), in letzterem Holzfragmente (Gefäße, Tracheiden), die sich bei mikroskopischer Untersuchung sehr leicht nachweisen lassen.

In neuerer Zeit wurde auch versucht, die mikroskopischen Untersuchungsmethoden zur Qualitätsbestimmung verschiedener Kautschuksorten heranzuziehen[4]). Die in Frage stehenden Kautschukproben werden in verschiedenen Lösungsmitteln gelöst, aus der Lösung ein Tropfen auf dem Objektträger verdunsten gelassen und das zurückbleibende Kautschukhäutchen im durchfallenden Lichte mikroskopisch untersucht. Die auf diese Weise erhaltenen Untersuchungsresultate ließen jedoch keinen Schluß auf die Qualität des Rohkautschuks zu[5]). Mit günstigerem Erfolge verliefen jedoch die mikroskopischen Untersuchungen mit vulkanisiertem Kautschuk. Da lassen sich ganz deutlich, wie aus den von

---

1) Wiesner, l. c., p. 168.

2) Ebenda p. 170.

3) Iltis, Vorkommen und Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. **120** (1911), p. 23.

4) P. Breuil, Le Caoutchouc et la Guttapercha. 1905, Nr. 3, 4, 5 und 6. Nach Ditmar, l. c., p. 275.

5) Ditmar, Analyse des Kautschuks, p. 275.

P. Breuil seiner Abhandlung beigegebenen Mikrophotographien zu ersehen ist, die Verteilung und Anordnung des Schwefels in der Kautschukmasse während der verschiedenen Phasen des Vulkanisationsprozesses erkennen. Mischungen von Kautschuk mit Faserstoffen, Leder, Harz, Sand usw., sowie regenerierter Kautschuk lassen sich am besten im auffallenden Lichte mikroskopisch untersuchen. (Über die bei diesen Beobachtungen anzuwendenden Methoden s. Ditmar, Analyse des Kautschuks, 1909, p. 279ff.)

An dieser Stelle sei auch der von Spence behufs mikroskopischen Nachweises der im Rohkautschuk enthaltenen und dessen Qualität beeinflussenden Proteinsubstanzen durchgeführten Beobachtungen Erwähnung getan. Die von genanntem Forscher möglichst dünn hergestellten Kautschukschnitte wurden mit einer Lösung von Silbernitrat behandelt, dann nach längerem Auswaschen in Wasser in eine alkalische Tanninlösung übertragen, abermals in fließendem Wasser gewaschen und endlich in absolutem Alkohol getrocknet. Die Eiweißkörper sind durch das ausgeschiedene, metallische Silber schwarz gefärbt und zeigen in der Kautschukmasse eine charakteristische fadenartige oder faserige Struktur[1].

1) Ditmar, l. c., p. 281.

Vierter Abschnitt.

Opium[1]).

Dieses unschätzbare Heilmittel und für Millionen von Menschen unentbehrliche Genußmittel ist der eingetrocknete Milchsaft des Schlaf- oder Gartenmohns, *Papaver somniferum L.*, einer einjährigen Pflanze aus der Familie der Papaveraceen.

Der Gartenmohn mit seinen vielen Varietäten ist durch Kultur aus dem im Mittelmeergebiet verbreiteten *P. setigerum D C.* hervorgegangen[2]) und wird jetzt in allen gemäßigten und warmen Erdstrichen als Zierpflanze und der ölreichen Samen wegen angebaut. Zum Zwecke der Opiumgewinnung baut man ihn im größten Maßstabe in Kleinasien und auf der Balkanhalbinsel, in Persien, Ostindien und China.

Alle Teile der lebenden Mohnpflanze milchen, wenn sie verletzt werden, könnten also Opium liefern; aber die Gewinnung ist nur von der Frucht lohnend, weil an dieser vermöge ihrer Größe und Form mit einem Schnitt so viele Milchsaftröhren eröffnet werden, daß ihr Inhalt zu einem faßbaren, die Einsammlung erleichternden Klümpchen erhärtet.

Die Milchröhren begleiten in der Kapselwand die Leitbündel und bilden ein reich verzweigtes Netz (Fig. 84).

Mikroskopischer Bau der Frucht. Die Kapselwand wird aus drei Gewebsschichten gebildet. Von ihnen ist die äußere und innere eine Epidermis, während die Mittelschicht, in einem Grundparenchym eingebettet, die von Milchsaftröhren begleiteten, meridianartig aufsteigenden Leitbündel enthält.

Die äußere Epidermis besteht (Fig. 78 und 79 *ep*) aus polygonalen, derbwandigen Tafelzellen mit feinkörnigem Inhalt, unterbrochen von zahlreichen Spaltöffnungen *(st)*. Die innere Epidermis (das Endokarp) wird (Fig. 80 und 81 *ep*) aus gestreckt-polygonalen, verschieden orientierten Zellen gebildet (Fig. 80). Auch hier finden sich, obwohl spärlicher, Spaltöffnungen *(st)* zwischen den Epidermiszellen tief eingesenkt. Das

1) Von **A. E. v. Vogl,** neu bearbeitet von Hofrat Dr. **J. Moeller,** o. ö. Professor der Pharmakognosie und Vorstand des Pharmakognostischen Institutes an der Wiener Universität.

2) C. Hartwich: »Über *Papaver somniferum* und speziell dessen in den Pfahlbauten vorkommenden Resten.« Vortrag auf der deutschen Naturforscherversammlung in Düsseldorf 1899.

Grundparenchym ist nur in den subepidermalen Lagen etwas kollenchymatisch, weiterhin dünnwandig, den Charakter eines lückenreichen Schwammparenchyms (Fig. 81 *sp*) annehmend. Seine Elemente führen spärliches Blattgrün. Die das Grundparenchym

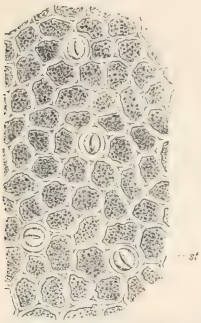


Fig. 78. Äußere Oberhaut der Fruchtwand (*st* Spaltöffnung) in der Fläche. Nach A. E. v. Vogl.

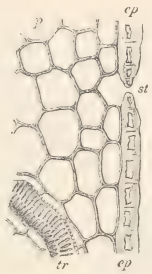


Fig. 79. Längenschnitt aus den äußersten Teilen der Fruchtwand. *ep* Oberhaut mit Spaltöffnung *st*. *p* Parenchym. *tr* Gefäßstück. Nach A. E. v. Vogl.

durchziehenden Leitbündel (Fig. 82 und 83) enthalten in ihrem nach einwärts gekehrten Vasalteile eine unregelmäßige Gruppe engerer und weiterer Spiraltracheiden

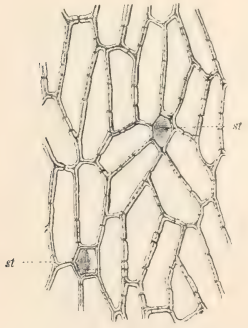


Fig. 80. Epidermis der Innenfläche des Fruchtgehäuses in der Flächenansicht. *st* Spaltöffnungen. Nach A. E. v. Vogl.

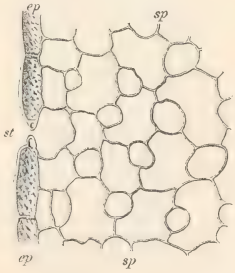


Fig. 81. Längsschnitt aus den innersten Teilen der Fruchtwand. *ep* innere Oberhaut mit Spaltöffnung *st*. *sp* Schwammparenchym. Nach A. E. v. Vogl.

(Fig. 83 *g*), begleitet von gestreckten, dünnwandigen Parenchymzellen. Vor dem Gefäßteil liegt der Siebteil (*C*), begleitet von gegliederten, netzbildenden Milchsaftröhren (Fig. 84, Fig. 82 und 83 *M*) und nach außen von einem Bündel Bastfasern (Fig. 82 *B*, Fig. 83 *b*).

In der unreifen Mohnkapsel, kurze Zeit nach dem Abfalle der Blumenblätter, sind die Milchröhren strotzend gefüllt mit Milchsaft. Er

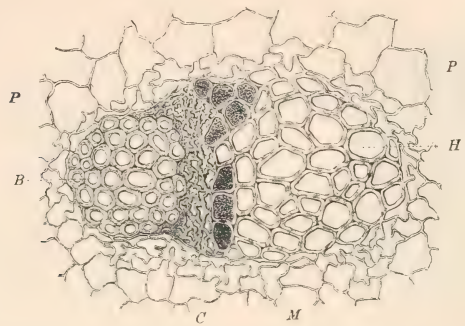


Fig. 82. Querschnitt aus der Fruchtwand, ein Gefäßbündel mit dem umgebenden Grundparenchym (*P*) enthaltend. *H* Gefäßteil. *C* Phloëmteil des Gefäßbündels. *M* Milchsaftröhren. *B* Bastzellenstrang vor dem Phloëmteile. Nach A. E. v. Vogl.

schwindet dann mit fortschreitender Fruchtreife, die durch die übliche Verwundung nicht verhindert wird. Aus reifen Früchten werden Samen geerntet.

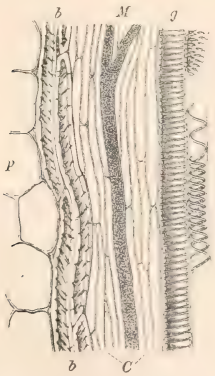


Fig. 83. Längsschnitt aus der Fruchtwand. *p* Grundparenchym. *g* Spiralgefäße. *C* Phloëmteil. *M* Milchsaftröhren. *b* Bastzellen. Nach A. E. v. Vogl.

Fig. 84. Stück des Milchsaftgefäßnetzes aus der Fruchtwand. Nach A. E. v. Vogl.

Für den Welthandel ist das »türkische« Opium von größter Bedeutung, weshalb es hier zunächst und ausführlich behandelt werden soll.

Türkisches Opium.

Gewinnung. In Kleinasien sind wohl alle Vilajets an der Opiumproduktion beteiligt. Das meiste und, wie es scheint, im allgemeinen das beste Produkt liefern die höher gelegenen, inneren Gebiete der Halbinsel mit kontinentalem Klima. Auch in Kurdistan, Syrien und Mesopotamien bis Bagdad wird Opium gewonnen. Die Jahresproduktion schwankt von 135 000—900 000 kg.

Auf der Balkanhalbinsel wird Opium hauptsächlich in Mazedonien und neuestens auch in Bulgarien gewonnen. Es ist von vorzüglicher, dem kleinasiatischen keineswegs nachstehender Qualität. Die Produktionsmenge beträgt 80 000 kg und darüber.

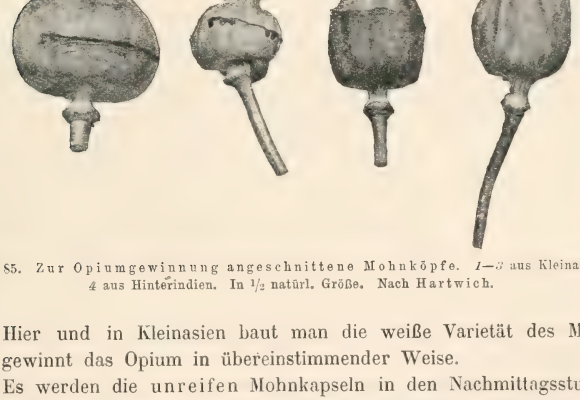


Fig. 85. Zur Opiumgewinnung angeschnittene Mohnköpfe. *1—3* aus Kleinasien, *4* aus Hinterindien. In ½ natürl. Größe. Nach Hartwich.

Hier und in Kleinasien baut man die weiße Varietät des Mohns und gewinnt das Opium in übereinstimmender Weise.

Es werden die unreifen Mohnkapseln in den Nachmittagsstunden mit der Spitze eines Messers, in der Regel senkrecht zur Längsachse der Frucht, in einer Spiral- oder Kreislinie (Fig. 85) mit der Vorsicht verwundet, daß die Kapselwand nur angeschnitten (geritzt), nicht ganz durchschnitten wird. Der aus der Wunde ausgetretene weiße, rahmartige Milchsaft stockt rasch an der Luft und nimmt eine gelbrötliche Farbe an. Am folgenden Morgen wird er — jede Frucht liefert etwa 0,02 g — mit dem Messer von den Wundrändern vorsichtig abgelöst und vorläufig auf ein Mohnblatt abgestrichen oder in einem Blechtopfe gesammelt. Ist eine größere Menge beisammen, so knetet man daraus einen kuchenförmigen Klumpen, welcher sorgfältig in ein Mohnblatt eingeschlagen wird.

Die fertigen Opiumkuchen oder Opiumbrote werden im Schatten getrocknet, sodann in kleine Säcke und diese in Körbe (Kuffen) verpackt.

Sie gelangen hauptsächlich nach Smyrna, dem Hauptausfuhrhafen des in Kleinasien produzierten Opiums. Nur ein kleiner Teil geht über Ismid und Trapezunt nach Konstantinopel. Für das mazedonische Opium ist Saloniki der wichtigste Ausfuhrhafen.

Das meiste türkische Opium geht als Medizinaldroge nach Europa und Nordamerika, ein namhafter Teil nach China und Java, in mit Blech ausgelegten Kisten, worin die Opiumbrote, um ihr Zusammenkleben zu verhüten, zwischen trockenen Ampferfrüchten eingebettet sind.

Opiumbrote. Die mehr oder weniger abgeflachten, oder durch gegenseitigen Druck gerundet kantigen Kuchen oder Brote haben 60 bis 700 g Gewicht. Jedes Brot ist in ein Mohnblatt gehüllt, auf dessen Oberfläche nicht selten noch, von der Verpackung (s. oben) herrührend, braune *Rumex* Früchte haften.

Die Masse der frischen Opiumbrote ist weich, knetbar, im Innern noch feucht, zähe und klebrig, gelbbraun; ausgetrocknet wird sie hart, im Bruche körnig, dunkel rotbraun mit rot- oder zimtbraunem Pulver. Sie hat einen eigenartigen starken Geruch und einen bitteren, zugleich etwas scharfen Geschmack.

Man unterscheidet nach der Herkunft verschiedene Sorten. Für den Bedarf der Apotheker sind besonders die kleinen harten Guevé-Brote beliebt. Chemische Fabriken bewerten das Opium vorzüglich nach dem Morphingehalt. Balorkesar, Karahissar und Saloniki sind meist weich und morphinreich, Malatia ist ebenfalls weich aber morphinarm.

Opiumpulver. Unter dem Mikroskop zeigt das Pulver des reinen Opiums keinerlei geformte organisierte Bestandteile mit Ausnahme von niemals fehlenden Fetzen der äußeren Epidermis der Mohnkapsel (Fig. 78), welche beim Ablösen des an den Wundrändern erstarrten Milchsaftes mit dem Messer mitgenommen werden und geradezu einen charakteristischen Bestandteil des Opiums bilden.

Hier und da sieht man in der formlosen Masse des Opiums unter dem Mikroskop farblose Kriställchen eingebettet, die wenigstens zum Teil Alkaloide sein dürften. Sonst lassen sich diese mikrochemisch durch die Alkaloidgruppenreagentien und unter Umständen mit dem Polarisationsmikroskop sichtbar machen[1]).

Fälschungen. Das türkische Opium ist vielen Fälschungen unterworfen. Schon in seinen Produktionsländern und Stapelplätzen wird es nicht selten mit allerlei Zusätzen versehen, die seinen Wert beeinträchtigen. Beimengungen der gepulverten Mohnkapsel, seltener der Laubblätter des Mohns, von Cerealien-(Weizen-)mehl u. dgl. lassen sich durch mikroskopische Prüfung leicht nachweisen. Mohnkapselpulver

1) Vgl. A. Tschirch und O. Oesterle: »Anatom. Atlas der Pharmakognosie.« Leipzig 1900.

verrät sich durch die Anwesenheit der verschiedenen oben angeführten Gewebe der Mohnfrucht, namentlich auch von Bruchstücken der inneren Epidermis (Fig. 80 und 81), des Parenchyms und der Gefäßbündel der Mittelschicht (Fig. 83) neben reichlichen Fragmenten der äußeren Epidermis mit dem darunterliegenden Gewebe (Fig. 78 und 79). Anwesenheit der gepulverten Laubblätter des Mohns erkennt man besonders an den relativ dünnwandigen Zellen der Oberhaut, welche auf der Blattoberseite aus polygonalen, auf der Unterseite aus wellig-buchtigen Elementen besteht und mit zahlreichen Spaltöffnungen versehen ist. Sehr spärliche Reste dieser Art kommen zuweilen auch in gutem Opiumpulver vor; sie entstammen dann dem die Hülle des Opiumbrotes bildenden Mohnblatte.

Zusätze von verschiedenen Obstsorten, von schlechtem Gummi und Tragant, von aus der erschöpften Mohnpflanze oder auch aus anderen Gewächsen hergestellten Extrakten, wie sie in früheren Zeiten beobachtet wurden, scheinen jetzt im türkischen Opium nicht mehr oder nur ausnahmsweise vorzukommen, wie auch Steinchen und Bleikugeln, die darin einigemal gefunden wurden.

Dagegen wird derzeit eine im großen, fabrikmäßig betriebene Umarbeitung des natürlichen Opiums in Smyrna geübt, darin bestehend, daß man besseres, höherwertiges Rohopium mit schlechtem, minderwertigem Opium, mit Weizenmehl, gepulverten Mohnkapseln und dergleichen vermischt, um seinen Morphingehalt auf den von den meisten Arzneibüchern geforderten Gehalt (10, bzw. 12 Proz.) herabzudrücken. So soll z. B. das 12—15 Proz. Morphin enthaltende Karahissaropium mit sogenanntem Tschikentiopium, welches nur 2—6 Proz. Morphin liefert, gemischt und dann diese Mischung wieder zu Opiumbroten mit Mohnblattüberzug geformt werden[1]). Jedenfalls findet dabei mindestens auch ein Zusatz von Weizenmehl statt.

In der Tat findet man seit Jahren sehr selten mehr ein Opiumbrot, welches nicht mehr oder weniger Weizenmehl, ab und zu auch ein Opium, welches außerdem nicht auch Mohnkapselpulver und besonders überreichlich Fetzen der äußeren Mohnkapselepidermis enthalten würde. Vereinzelte Stärkekörner rühren wohl nicht von absichtlicher Beimengung her, sondern von dem Gebrauche, die zum Abkratzen des Opiums dienenden Instrumente und die knetenden Hände, um das Ankleben zu verhindern, mit Mehl einzustäuben.

Die verschiedenen Manipulationen an den Produktionsorten sind nicht zu billigen, weil durch sie die natürliche Zusammensetzung des Opiums beeinträchtigt wird. Das geschieht zwar auch, aber in geringerem Grade, wenn das für pharmazeutische Zwecke bestimmte, zu gehaltvolle

1) Gehe & Comp., Ber. April 1897.

Opium nach Vorschrift der Arzneibücher mit Milchzucker, Stärke oder minderwertigem Opium auf den geforderten Gehalt eingestellt wird.

Die Opiumernten sind wie die anderer landwirtschaftlicher Produkte großen Schwankungen unterworfen. Der durchschnittliche Ertrag kann mit 6000 Kisten angenommen werden. Nur dreimal in 37 Jahren stieg er auf 9—10 000 Kisten[1]).

Persisches Opium.

Viel Opium wird in Persien, vorzüglich im westlichen Teile gewonnen. Man baut ebenfalls den weißen Mohn, sammelt das Opium wie in Kleinasien, formt die für die Ausfuhr bestimmte Ware in ähnliche Brote, aber auch in Kegel, Würfel und wickelt sie in Mohnblätter. Ein Teil erreicht Konstantinopel und Smyrna, wo er als türkisches Opium verkauft wird.

Das zu Genußzwecken bestimmte und größtenteils im Lande selbst verbrauchte Opium wird zu Stangen in Form und Größe von Siegellack oder in rechteckige Kuchen geformt, gewöhnlich in farbiges Papier eingehüllt, seltener kommt es in Blechbüchsen.

Die Opiummasse ist schwarzbraun, im Bruche feinkörnig, die zu Genußzwecken bestimmte gewöhnlich leberbraun, sehr dicht, mit Honig, Most, oft auch mit Mehl und anderen Dingen vermischt, und zeigt unter dem Mikroskop häufig Zuckerkristalle.

Über die Produktionsmengen sind die Angaben sehr unsicher. In einzelnen Jahren soll der Ertrag schätzungsweise 360 000 kg erreichen. Neuestens geht die Produktion und Ausfuhr sehr zurück, nicht allein wegen der unsicheren politischen Zustände, sondern auch wegen der geringen Zuverlässigkeit der häufig verfälschten Ware. In China wird es dem türkischen Opium zunächst bewertet.

Afrikanisches Opium.

Ägypten, welches im Altertum und Mittelalter besonders in der Gegend von Theben ein hochgeschätztes Opium lieferte[2]), ist derzeit als Opiumland ohne Bedeutung. Es wird wohl bei Siut und weiter südwärts am Nil bei Akhmin, Girgeh, Esneh und Keneh etwas Opium gewonnen, welches aber nur für den lokalen Bedarf dient.

Man baut in Ägypten ebenfalls den weißen Mohn, das Opium ist aber sehr arm an Morphin (2—3, nach Hartwich auch 6 Proz.), vielleicht weil es ausschließlich zum Genusse dient und deshalb gleich bei der Gewinnung mit fremden Stoffen vermischt wird.

1) Handelsber. von Gehe & Co. 1908.

2) Opiumtinktur heißt heute noch Tinctura thebaica.

Auf dem Bazar von Tunis findet man Opium aus der Umgebung[1]). Von Bedeutung ist diese Produktion nicht.

Indisches Opium.

Das Hauptgebiet der indischen Opiumproduktion sind die Gegenden am mittleren Ganges, Bihar und Benares. An dieses schließt sich im Westen das Tafelland von Malva, Rajputana und Pendschab, im Norden Nepal und im Osten Assam, ein Gebiet von 1,5 Mill. Quadratkilometer.

In Bengalen ist die Opiumproduktion Monopol der britischen Regierung, deren Beamte die Gewinnung vom Anbau des Mohns an bis zur Ablieferung des Rohopiums in die Regierungsfaktoreien (in Ghazipur und Gulzarbagh) streng überwachen. Überall wird weißer Mohn gebaut. Bald nach dem Abfall der Blumenblätter werden die Mohnköpfe der Länge nach (Fig. 85, p. 543) mit einem Werkzeug (»Nashtar«) eingeritzt, das aus 3—5 dünnen Blechstreifen derart zusammengebunden ist, daß die Klingen etwa 1,5 mm voneinander abstehen. Der ausgetretene Milchsaft wird am folgenden Morgen in irdenen Gefäßen gesammelt, auf eine bestimmte Konsistenz gebracht[2]) und dann abgeliefert. Das Rohopium wird genau geprüft und in der Weise verarbeitet, daß man in metallenen halbkugeligen Hohlformen aus abgefallenen Mohnblumenblättern unter Zuhilfenahme eines Klebemittels eine dicke Hülle in Gestalt einer hohlen Halbkugel anfertigt und in diese dann die schwarze weiche Opiummasse hineindrückt. Zwei solche mit der Opiummasse vollständig ausgefüllte Halbkugeln werden dann aufeinander gelegt und zu einer Kugel vereinigt, die schließlich noch mehrere Lagen von zusammengeklebten Blumenblättern als gemeinsame äußerste Umhüllung erhält. Die fertigen Kugeln werden auf Hürden getrocknet und in gefächerten Kisten, mit Mohnstreu bedeckt, zum Export vorbereitet. Die Kugeln haben 15 cm Durchmesser und sind 1,5 kg schwer. Jede Kiste wiegt 1 Pikul (= 60,13 kg).

Außer diesem lediglich für China bestimmten Kugelopium wird in Bengalen auch für den eigenen Bedarf eine Opiumsorte in Broten und würfelförmigen Kuchen oder Ziegeln hergestellt.

Die Jahresproduktion an bengalischem Opium schwankt von 45000—72000 Kisten, d. i. 2700000—4300000 kg im Werte von 170000000 Mark.

Beträchtliche, aber nicht einmal abzuschätzende Mengen Opium werden in den oben genannten unabhängigen Staaten des Gangesgebietes gewonnen. Das Produkt (Akbariopium) wird z. T. im Lande selbst

1) W. Kobelt: »Reiseerinnerungen aus Algerien und Tunis.« Frankfurt a. M. 1885.

2) J. A. B. Wiselius: »De Opium in Nederlandsch en in Britsch-Indie.« s'Gravenhage 1881.

oder von den Malayen Hinterindiens als Genußmittel verbraucht, ein Teil (Malvaopium) wird über Bombay ausgeführt und in europäischen Fabriken verarbeitet, der Rest wird von der englischen Regierung angekauft und zugleich mit dem bengalischen Monopolopium (Benaresopium) in Kalkutta versteigert. Es kommt ausschließlich nach China, wo es leidenschaftlich geraucht wird. Ursprünglich kannten die Chinesen das Opium nur als Heilmittel und noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts wurde davon in China wenig eingeführt. Erst vor 150 Jahren etwa verbreitete sich der Gebrauch des Opiums als Genußmittel vom Süden her über das ganze Riesenreich und drang trotz der strengsten Maßnahmen seitens der Regierung in alle Schichten der Bevölkerung. Die Engländer in Indien, denen der Opiumhandel weit über 100 000 000 Fr. eintrug, förderten das Laster des Opiumrauchens und bekämpften die Bestrebungen der chinesischen Regierung sogar durch Waffengewalt (Opiumkriege[1]). Wenige Jahre vor dem Ausbruche des ersten sogenannten Opiumkrieges (1840—1842) betrug die Opiumeinfuhr aus Indien nach China etwa 2 000 000 kg; im Jahre 1882/83 war sie schon auf mehr als das Dreifache gestiegen.

Chinesisches Opium.

Die Chinesen wären die tüchtigen Kaufleute nicht, als die sie allgemein bekannt sind, wenn sie lange tatenlos zugesehen hätten, wie der Nutzen aus dem nationalen Laster des Opiumrauchens zum großen Teile in die Taschen der Fremden floß. Bald begannen sie selbst Mohn anzubauen und die Kulturen breiteten sich derart aus, daß zu Ende des vorigen Jahrhunderts die jährliche Opiumproduktion auf 13 000 000 kg geschätzt wurde[2]). Davon kamen $^2/_3$ aus der Provinz Szechuan[3]). China ist sonach der größte Produzent und zugleich der größte Konsument von Opium. Es gibt kein Land der Erde, welches auch nur annähernd so große Mengen des giftigen Milchsaftes verbrauchen würde, wie China[4]). Wie schon oben bemerkt wurde, wird er dort geraucht, und zwar in Form eines aus ihm bereiteten, Tschandu (Chandu) genannten Extraktes (Fig. 86[5]).

1) Vgl. Christlieb: »Der indo-brit. Opiumhandel.« Gütersloh 1878.

2) Handelsber. von Gehe & Co. April 1895.

3) Infolge der strengen Maßnahmen der chinesischen Regierung gegen den Mohnbau (s. p. 554) soll einem englischen Konsularberichte zufolge der Anbau um 80 Proz. abgenommen haben.

4) Die chinesische Produktion betrug im Jahre 1906: 585 000 Pikuls (= 35 Mill. Kilo); 1908, zwei Jahre nach Erlaß des Opiumediktes: 367 000 Pikuls = 22 Mill. Kilo, hatte also um fast 37 Proz. abgenommen (vgl. p. 554).

5) Die Bereitung des Chandu schildern ausführlich C. Hartwich und N. Simon: »Beiträge zur Kenntnis des Rauchopiums und der beim Opiumrauchen

Nach Hartwich[1]) wird durch die Zubereitung des Rauchopiums folgendes erzielt: 1. Die in Wasser unlöslichen Bestandteile, darunter auch Narkotin, werden beseitigt. — 2. Gewisse Bestandteile, darunter auch Alkaloide, nicht aber Morphin, werden zersetzt, andere verflüchtigt. — 3. Zersetzungen erfolgen auch durch Pilze, woraus das eigentümliche Aroma des Chandu sich erklärt. — 4. Chandu wird mit Morphin angereichert. — 5. Der Verlust ist beträchtlich; die Ausbeute beträgt 50 bis 60 Proz.

Fig. 86. Opiumfabrik in Hongkong. Auf dem Boden die flachen Schalen, in denen die Opiumlösung eingedickt wird. Aus Hartwich, Genußmittel, nach einer Photographie von Prof. Schröter in Zürich.

Japanisches Opium.

Auch Japan produziert Opium, das aber für den Außenhandel bedeutungslos ist. Die heimische Produktion deckt nicht einmal den Bedarf, der durchschnittlich im Jahre 1 000 000 kg nicht erreicht. Außerdem werden jährlich etwa 20 000 Unzen Morphin eingeführt. Eine

wirksamen Stoffe.« Apotheker-Ztg. 1903, Nr. 58 und 59. Ferner N. Simon: »Über Darstellung und Zusammensetzung von Rauchopium, sowie die im Opiumrauch wirksamen Stoffe.« Diss. Zürich 1903. — Nach Hartwich und Simon sind die beim Rauchen des Tschandu sich entwickelnden Produkte der trockenen Destillation die wirksamen Stoffe, während Straub (D. med. Wochenschr. **37** [1911]) auf biologischem Wege nachgewiesen hat, daß das in den Rauch unzersetzt übergehende Morphin wirkt.

1) C. Hartwich: »Die menschlichen Genußmittel.« Leipzig 1911.

strenge Gesetzgebung vom Jahre 1907 ahndet den Handel mit Opium für Genußzwecke, die Haltung von Rauchlokalen, ja den Besitz von Opium u. a. m. mit Kerkerstrafen. Im Jahrzehnt 1898—1907 wurden 177 Personen wegen verschiedener Übertretungen der Opiumgesetze bestraft. In Formosa, das bis 1895 zu China gehörte, konnten diese Gesetze nicht sofort gehandhabt werden. Die gewohnheitsmäßigen Opiumraucher, deren Zahl stetig abnimmt und im Jahre 1907 noch 113 165 betrug, erhalten unter gewissen Voraussetzungen Opiumlizenzen[1]).

Anbauversuche.

Noch in vielen anderen Ländern ist der Anbau des Gartenmohns zum Zwecke der Opiumgewinnung versucht worden, ohne daß sich ein Erfolg ergeben hätte. So in Algerien (1828 und 1843) und Südafrika (Zambese-Gebiet), in verschiedenen Staaten Nordamerikas (Vermont, Virginien, Kalifornien), in Mexiko, Neuholland (Viktoria, Queensland) und endlich auch in Europa, hier in England, Frankreich, Italien, Spanien, Deutschland, Österreich, in der Schweiz und selbst in Schweden.

Die Versuche haben ergeben, daß überall gutes, morphinreiches Opium erzielt werden kann; aber die Produktion erwies sich aller Orten als zu teuer.

Auch die rationellen Versuche aus neuester Zeit von H. Thoms in Dahlem (bei Berlin[2]) und W. Mitlacher in Korneuburg (bei Wien[3]) haben das Mißverhältnis zwischen Gestehungskosten und Erlös nicht zu beseitigen vermocht. Mit den billigen Arbeitskräften des Orients scheint jede Konkurrenz ausgeschlossen. Deshalb versuchte Mitlacher der Lösung des Problems dadurch näher zu kommen, daß er einerseits neue, wohlfeilere Methoden zur Gewinnung des Milchsaftes anwandte, andererseits dessen Morphingehalt zu steigern versuchte[4]). Praktische Erfolge wurden jedoch in keiner Richtung erzielt.

Chemie.

Das Opium enthält mehr als zwanzig ihm eigenartige, d. h. in keiner anderen Pflanze vorkommende Stoffe. An Wichtigkeit überragt sie alle das Morphin, das auch in den meisten Opiumbroten in größter

1) Bericht der japanischen Delegierten vor der Internat. Opium-Kommission in Shanghai. 1909, Vol. II, p. 250.

2) H. Thoms: »Über deutsches Opium.« Arbeiten aus dem pharm. Institut der Universität Berlin. 1904, 1906 und 1908.

3) W. Mitlacher und R. Wasicky: »Über den Preßsaft aus unreifen Mohnfrüchten und Opiumgewinnung in Österreich.« Zeitschr. d. allg. österr. Apoth.-Ver. 1911, Nr. 5.

4) W. Mitlacher und O. Hoyer: »Experimentelle Studien über Opium und seine Gewinnung.« Pharm. Post. 1912.

Menge vorkommt. Von den übrigen Alkaloiden finden nur Codein, viel seltener Narkotin, Narcein und Papaverin Verwendung.

Nach ihrer Wirkung und Konstitution können die Opiumalkaloide in 2 Gruppen geteilt werden:

1. Sehr giftige Basen, die im Molekül einen Phenanthrenkern enthalten: Morphin, Codein, Pseudomorphin, Thebain.

2. Wenig wirksame Basen, die, soweit ihre Konstitution bekannt ist, Abkömmlinge des Isochinolins sind: Papaverin, Codamin, Laudanin, Laudanidin, Laudanosin[1]), Tritopin, Mekonidin, Lanthopin, Protopin, Cryptopin, Papaveramin, Narkotin, Gnoskopin, Rhoeadin, Oxynarkotin, Narcein, Hydrocotarnin, Xanthalin[2]).

Sie sind z. T. an Mekonsäure (Oxydikarbonpyronsäure) gebunden. Außerdem enthält das Opium das indifferente Mekonin und an allgemein verbreiteten Stoffen: Kautschuk, Wachs, Eiweißstoffe, Schleim, Schwefelsäure, Milchsäure u. a. m. Der Wassergehalt schwankt von 9 bis 17 Proz., der Aschengehalt bis 6 Proz. Der eigentümliche Riechstoff ist unbekannt.

Die Mengenverhältnisse der dem Opium eigentümlichen Stoffe sind selbst innerhalb derselben Sorte großen Schwankungen unterworfen.

Von Morphin enthält türkisches Opium rund zwischen 5—13 Proz., sehr selten mehr. In der Regel gibt gutes Smyrnaer Opium 10—12 Proz., ausnahmsweise bis 15 Proz.[3]). Ähnliche Morphingehalte weist auch gutes persisches Handelsopium aus, häufig ist es aber minderwertig. Im Ispahan-Opium fand Stoeder (1884[4])) 10—12 Proz., Benjamin (1884) sogar 15—16 Proz., im Schiras-Opium ersterer 6,7—12 Proz., Dieterich (1894[5])) in verschiedenen Proben von persischem Opium 0,15—9,97 Proz. Morphin. — Ägyptisches Opium ist in der Regel minderwertig. In 1873 zur Wiener Weltausstellung gebrachten Proben waren 3—8,2 Proz. Morphin enthalten, und Martindale fand (1889) im Siut-Opium nur 0,26, im Akhmin-Opium 7,24 Proz. Morphin. — Indisches Opium ist meist arm an Morphin, Dieterich (l. c.) fand in zwei Proben 2,77 und 3,8 Proz. Benares-Opium ergab 2—3 Proz. (Eatwell), Malva-Opium 3,8—7,3 (Dott), Patna-Opium 6—8,35 Proz. (Paul et Cownley, 1892).

---

1) Laudanosin ist das erste Opiumalkaloid, das synthetisch hergestellt wurde; bald darauf gelang auch die Synthese des Papaverins (Ber. d. D. Chem. Ges. **42**, p. 1979 und 2943).

2) Nur Rhoeadin und Protopin sind auch in anderen Pflanzen nachgewiesen worden, und zwar ersteres in *Papaver Rhoeas*, letzteres in *Chelidonium*, *Eschscholzia*, *Meconopsis* und *Sanguinaria*.

3) Aus Saloniki-Opium wurden angeblich bis über 18 Proz. erhalten.

4) Beckurts, Jahresber. 1883/84.

5) E. Dieterich: »Die Untersuchung seltener Opiumsorten.« Pharm. Zentralh. 1894.

— Chinesisches Opium lieferte in drei Proben 4,32—11,27 Proz. Morphin (Browne, 1895[1])); Batemann dagegen gibt einen durchschnittlichen Morphingehalt von nur 1,5 Proz. an. — In vier Proben von japanischem Opium fand Uyeno von 0,7 bis nahezu 13 Proz. Morphin[2]). — In nordamerikanischem Opium wurden Morphingehalte von über 7 Proz. (Vermont) und in einer anderen Probe (Minnesota) sogar von 15 Proz. gefunden, andererseits wieder in anderen Proben unter 1 Proz. — In australischem Opium hat man Mengen von 4—7, ja auch solche von 10—11 Proz. gefunden. — Von in Europa erzielten Proben enthielt schlesisches Opium 9—10, selbst fast 17 Proz., württembergisches 12—15, böhmisches (Lobositz) fast 12 Proz. In einer Probe französischen Opiums fand Guibourt (1862) fast 23 Proz. Morphin, die höchste Ziffer, welche bisher bei der Wertbestimmung des Opiums gefunden wurde.

Der Narkotingehalt des kleinasiatischen Opiums schwankt zwischen 1,5—7,5 Proz. und steigt selten darüber hinaus (bis 10 Proz.); in persischem Opium hat man bis 9 Proz., in deutschem Opium bis 11 Proz. Narkotin ermittelt. Ostindisches Opium ist regelmäßig reicher an Narkotin, als an Morphin, und steigt der Narkotingehalt nicht selten auf das Doppelte des Morphingehaltes. Dieterich (1894, l. c.) fand in einer Probe 4,23 Proz. Narkotin (bei 2,77 Proz. Morphin) und in einer zweiten Probe (Benares) 3,33 Proz. Narkotin (bei 3,8 Proz. Morphin). In japanischem Opium scheint gleichfalls ein hoher Narkotingehalt vorzukommen nach den Wertbestimmungen von Uyeno, welche in vier Proben rund 7—11 Proz. ergaben (bei einem Morphingehalt von 0,7 bis fast 13 Proz.); es sollen mitunter Proben vorkommen, welche fast nur Narkotin enthalten[3]).

Von Codein wurde aus kleinasiatischem, französischem und indischem Opium 0,2—0,4, von Thebain in ersterem etwa 1 Proz. erhalten. Der durchschnittliche Gehalt beträgt aber nur 0,15 Proz. Papaverin hat man zu 1 Proz., Narcein zu 0,1—0,7 Proz. in verschiedenen Opiumsorten nachgewiesen. Die übrigen Alkaloide sind, wenn überhaupt, meist in noch viel geringeren, zusammen 1 Proz. nicht erreichenden Mengen vorhanden. — Die Mekonsäure ist durchschnittlich in Mengen von 4 Proz. (2,5—5,5 Proz.), Mekonin 0,01, Milchsäure 0,25 Proz. im Opium gefunden worden.

Alle diese Stoffe machen zusammen im günstigsten Falle etwa 25 Proz. des Opiums aus; dessen übrige Masse (etwa 75—80 Proz.) besteht,

---

1) Pharm. Journ. and Transact. 1895, p. 493.

2) Beckurts, Jahresber. 1892.

3) Ebenda.

neben Wasser, aus allgemein verbreiteten Pflanzenstoffen und geringen Gewebsresten der Mohnkapsel (s. oben).

Stärkemehl und Gerbstoff fehlen in reinem Opium. Die Menge der durch kaltes Wasser extrahierbaren Bestandteile, darunter von den wirksamen Bestandteilen mindestens das ganze Morphin, beträgt in gutem Opium 55—66, gewöhnlich 60 Proz. (Flückiger).

Bewertung.

Für die Wertbestimmung des Opiums ist vor allem der Morphingehalt maßgebend, außerdem der Wasser-, Extrakt- und Aschengehalt. Die Arzneibücher stellen nicht ganz übereinstimmende Forderungen und geben Methoden zu deren Nachweis.

Historisches.

Die Heilkräfte des Mohns waren schon dem frühesten Altertum bekannt, mindestens die schlafbringende Eigenschaft des Mohnsaftes. Schon Hippokrates wendete ihn arzneilich an, und in dichterischen Darstellungen des Altertums erscheint der Mohn als Attribut der schlafbringenden Nacht, als Symbol des Schlafes. Das Opium als solches war jedenfalls bereits Theophrast von Eresos im dritten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung unter dem Namen Meconion bekannt und be Scribonius Largus und Dioscorides im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung finden sich Angaben über Gewinnung und zum Teil auch schon über Verfälschung des Opiums; sehr wahrscheinlich war schon damals Opiumgewinnung ein Industriezweig Kleinasiens. Zweifelhaft ist, ob bereits im Altertume Opium auch als Genußmittel benutzt wurde. Zwar beziehen einige Autoren das »Nepenthes« des Homer, »ein Mittel gegen Kummer und Groll und aller Leiden Gedächtnis«, welches Helena ihren Gästen, mit Wein gemischt kredenzt[1]), auf den Mohnsaft; mit demselben Rechte kann es aber auch auf eine Zubereitung des Hanfes bezogen werden. So viel ist sicher, daß gegen Ende des sechzehnten Jahrhunderts im Orient der Gebrauch des Opiums als Genußmittel allgemein oder doch ziemlich allgemein war.

Im Mittelalter war Opium in Europa nur als Heilmittel bekannt, um die Wende des 18. Jahrhunderts war es in England als Genußmittel sehr verbreitet, und heute noch steht dieses Land in Europa an erster Stelle unter den Opiumkonsumenten[2]). Es wird hier meist gegessen. In Amerika wird es meist wie in China als »Chandu« geraucht. In Newyork und San Franzisko soll es gegen 100000 Opiumraucher geben,

1) Odyssee **4**, 220 ff.

2) Stange: »Das Opium, seine Gewinnung und Verbreitung.« Der Tropenpflanzer **13** (1909), p. 213.

zumeist wohl Chinesen. In den »Teesalons« der europäischen Hafenstädte wird mitunter auch Opium verabreicht.

Nach Stange bezifferte sich die Einfuhr des Opiums in Deutschland:

1900	auf	247	Meterzentner	im	Werte	von 420 000 M.
1901	»	347	»	»	»	» 590 000 »
1902	»	682	»	»	»	» 911 000 »
1903	»	395	»	»	»	» 672 000 »
1904	»	676	»	»	»	» 1 014 000 »
1905	»	687	»	»	»	» 1 305 000 »

Die neueren synthetischen Hypnotika haben sonach das Opium nicht nur nicht verdrängt, sondern dessen Verbrauch ist bedauerlicherweise sogar erheblich gestiegen. Da in Deutschland das Opium so gut wie ausschließlich als Medikament gebraucht wird, ist die erhöhte Einfuhr mit ein Beweis für die Nervosität unserer Zeitgenossen.

Wie schon bemerkt (s. p. 548) ist China das weitaus größte Konsumtionsgebiet für Opium. Alle Bemühungen der Regierung, um der die Volkskraft mit Vernichtung bedrohenden Opiumpest Herr zu werden, haben sich als erfolglos erwiesen. Vor einigen Jahren raffte sich die chinesische Regierung neuerdings zu energischen Maßregeln auf. Sie verbot mit Edikt vom 20. September 1906[1]) den Anbau des Mohns, sperrte die Opiumkneipen und schloß mit der indischen Regierung einen Vertrag, demzufolge vom Jahre 1908 an die noch 51 000 Kisten betragende Einfuhr von Opium jährlich um $^1/_{10}$, also um 5100 Kisten abnehmen, somit in 10 Jahren ganz aufhören solle. Die nächste Folge war, daß der Schmuggel blühte und die Einfuhr von Morphium maßlos stieg, obwohl der Zoll von 5 auf 200 Proz. erhöht worden war. Eine internationale Opiumkommission tagte 1909 in Shanghai und faßte folgende Entschließung[2]):

1. Die Kommission anerkennt die unerschütterliche Aufrichtigkeit der chinesischen Regierung in ihren Bestrebungen, die Produktion und die Konsumtion des Opiums im ganzen Reiche auszurotten.

---

1) Das Edikt enthält 11 Artikel, die u. a. folgendes bestimmen:

Ländereien, die mit Mohn neu bepflanzt sind, können konfisziert werden.

Alle Personen, die Opium verbrauchen, müssen mit der Quantität ihres Verbrauches in ein Register eingetragen werden.

Niemand darf nunmehr mit dem Opiumgenuß beginnen.

Richter, Beamte und Studenten, die nach einer bestimmten Frist den Opiumgenuß fortsetzen, sollen entlassen oder degradiert werden.

Neue Opiumläden dürfen nicht errichtet werden. Wenn die amtlich registrierten Läden nicht jährlich nachweisen, daß ihr Opiumverkauf abnehme, können sie konfisziert werden (Pharm. Ztg. 1906, p. 927 und 1050).

2) Ausführlich im »Report of the International Opium Commission Shanghai, China. February 1 to February 26, 1909.« Vol. I, p. 118.

2. Angesichts der Tätigkeit der chinesischen Regierung empfiehlt die Kommission, daß jede interessierte Regierung in ihrem Bereiche Maßnahmen zur allmählichen Unterdrückung des Opiumrauchens treffe.

3. Die Kommission findet, daß jede andere als medizinische Verwendung des Opiums in jeder Form von den vertretenen Staaten zu verbieten oder sorgfältig zu regeln sei.

4. Die Kommission findet, daß jede in ihr vertretene Regierung strenge Gesetze hat, um den Schmuggel von Opium, seiner Alkaloide, Präparate und Derivate zu verhindern. Diese sollen nach Ansicht der Kommission in keinem Ausfuhrhafen verschifft werden dürfen.

5. Daß Einschränkungen in der Fabrikation, im Verkauf und im Vertrieb des Morphins fehlen, erachtet die Kommission als eine schwere Gefahr für die Verbreitung der Morphinomanie; alle Regierungen sollten durch drakonische Maßnahmen den Opiumverkehr kontrollieren und eine wissenschaftliche Enquête könnte jene Opiumderivate bezeichnen, deren Mißbrauch mit schädlichen Folgen ebenfalls zu besorgen wäre.

6. Die Zusammensetzung der Kommission erlaubt ihr nicht, vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte die Eigenschaften und Wirkungen der Opiumprodukte und die Heilmittel gegen Opium zu beurteilen, aber sie hält eine hierzu berufene Enquête für wichtig; sie wünscht daher, daß jede Delegation ihre Regierung in diesem Sinne berate.

7. Die Kommission empfiehlt jenen Regierungen, die Konzessionen oder Settlements in China besitzen und gegen die Opiumkneipen noch keine Vorkehrungen getroffen haben, ehemöglichst ähnliche Maßnahmen zu verfügen, wie es seitens mehrerer Regierungen schon geschehen ist.

8. Die Kommission empfiehlt dringend, durch Verhandlungen mit der chinesischen Regierung Maßnahmen zu sichern, durch die der Handel und die Erzeugung von Heilmitteln, die Opium oder dessen Derivate enthalten, verhindert wird.

9. Jeder Staat möge seine pharmazeutischen Gesetze auf seine Untertanen in China anwenden.

Diese Anregungen hätten nur akademischen Wert, wenn nicht am 23. Januar 1912 im Haag zwischen 12 Staaten[1]) ein internationales Abkommen vereinbart worden wäre, den Verkehr mit narkotischen Mitteln einzuschränken und zu überwachen.

Das Abkommen bezieht sich auf folgende Mittel:

1. Opium für medizinische Zwecke;

2. Morphin, Kokain, Heroin und deren Salze;

3. alle neuen Derivate des Morphins, Kokains oder deren Salze, sowie alle anderen Opiumalkaloide ähnlicher Wirkung[2]);

4. pharmazeutische Zubereitungen, die mehr als 0,2 Proz. Morphin oder mehr als 0,1 Proz. Kokain oder Heroin enthalten.

---

[1]) Es sind die folgenden: Deutsches Reich, China, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Niederlande, Persien, Portugal, Rußland, Siam, Vereinigte Staaten von Nordamerika.

[2]) Codein, das neben Morphin gebräuchlichste Opiumalkaloid, ist nicht ausdrücklich angeführt.

Die zu treffenden Maßnahmen sollen vorschreiben:

1. Herstellung, Verkauf und Verwendung der Mittel soll auf den medizinischen und gesetzlichen Gebrauch beschränkt und Mißbrauch verhindert werden.

2. Herstellung soll amtlich überwacht werden.

3. Ohne Ermächtigung oder Anzeige sollen sie weder eingeführt, noch verkauft, noch ausgeführt werden.

4. Über Herstellung und Vertrieb soll Buch geführt werden, ausgenommen ist die Abgabe in Apotheken auf ärztliche Verordnung.

5. Abgabe, Ein- oder Ausfuhr an nicht ermächtigte Personen ist zu verbieten.

6. Der gesetzwidrige Besitz von Opium, Morphin, Kokain oder deren Salzen soll strafbar sein.

Es wurde am 16. Februar 1912 für das deutsche Schutzgebiet Kiautschau der Anbau von Mohn zur Opiumgewinnung verboten und die Einfuhr von Opium nur in Originalkisten (nicht in kleinen Mengen) gestattet.

Die niederländische Regierung hat es übernommen, die an der Konferenz nicht beteiligten Staaten mit deren Beschlüssen bekannt zu machen und sie einzuladen, sich ihnen anzuschließen.

Frankreich hatte schon im Jahre 1908 ein neues Opiumgesetz erlassen, demzufolge das Opium von seiner Einfuhr ab einer ständigen Kontrolle unterliegt. Die eingeführten Mengen und die Namen der Abnehmer, als welche nur Großhändler, Fabrikanten und Apotheker zugelassen werden, müssen auf den Zollämtern eingetragen werden. In den Apotheken darf Opium nur zu Heilzwecken abgegeben werden. Ein- und Verkauf muß in einem eigenen Journal verzeichnet werden, das von der Polizei zeitweilig revidiert wird und das 10 Jahre aufzubewahren ist. Alle Opiumvorräte müssen vom Inhaber des Geschäftes unter persönlichem Verschluß gehalten werden[1]).

Ein 1913 der französischen Kammer vorgelegter Gesetzentwurf bedroht alle Personen, die Opium ohne Erlaubnis einführen oder verkaufen oder Opiumhöhlen halten, im Erstfalle mit Gefängnis bis zu 2 Jahren, im Wiederholungsfalle bis zu 5 Jahren.

1) In den französischen Hafenstädten soll dem »Matin« zufolge der Opiumgenuß erschreckenden Umfang angenommen haben; in Toulon sollen im Jahre 1913 sich 163 Opiumkneipen befunden haben.

Fünfter Abschnitt.

Aloe[1]).

Botanisches. Aloe ist eine Gattung der *Liliaceae*, Unterfamilie *Asphodeloideae*. Die weit überwiegende Mehrzahl ihrer Arten (60 von 85) ist im Kaplande heimisch, doch erstreckt sich ihr Verbreitungsgebiet über Ostafrika bis nach Südägypten mit Einschluß von Madagaskar, Mauritius und Sokotra, über Arabien, Ostindien und Ceylon. Überall sonst, insbesondere in Westindien und Brasilien, in China, auf Java und Sumatra, sowie in den Mittelmeerländern war sie ursprünglich nicht zu Hause. Als dekorative Zierpflanze wird Aloe von altersher kultiviert und verwildert leicht.

Abstammung. Unter der Droge Aloe versteht man den eingedickten Saft mehrerer *Aloe*-Arten. Als Stammpflanzen werden genannt: *Aloë africana Mill.*, *Aloë ferox Mill.*, *Aloë spicata L.*, *Aloë Lingua Mill.*, *Aloë vulgaris Lam.* und *Aloë plicatilis Mill.* u. a. in Afrika; *Aloë vulgaris Lam. (A. vera L.)* und *Aloë barbadensis Mill.* liefern, wenigstens z. T., die westindische Aloe, ein anderer Teil wird von der dieser Art nahe verwandten *Aloë sinensis Baker*[2]) geliefert, während *Aloë Parryi Baker* nach Balfour als Stammpflanze der von Sokotra kommenden Aloesorte gilt. Von der nach dieser Insel benannten, jedoch auf ihr nicht vorkommenden, sondern ursprünglich südafrikanischen *Aloë socotrina Lam.* ist es zweifelhaft, ob sie überhaupt Aloe liefert[3]).

Vorkommen in der Pflanze. Die dicken, saftig-fleischigen Blätter der in Betracht kommenden Aloe-Arten zeigen im Querschnitte (Fig. 87) unter der Epidermis *(ep)* eine höchstens 0,5 mm dicke grüne Gewebsschicht *(chl)*, welche ein mächtig entwickeltes, farbloses Mark-

1) Von **A. E. v. Vogl**, neu bearbeitet von Hofrat Dr. **J. Moeller**, o. ö. Professor der Pharmakognosie und Vorstand des pharmakognostischen Institutes an der Wiener Universität.

2) Vgl. Holmes in Pharm. Journ. and Transact. **21** (1890/91).

3) Vgl. F. A. Flückiger: »Pharmakognosie des Pflanzenreiches.« 3. Aufl. Berlin 1891.

gewebe umgibt, dessen Riesenzellen mit schleimreichem Zellsaft gefüllt sind. Zerstreute Schläuche (300—500 μ lang) des Mark- und Rindenparenchyms führen Raphidenbündel von Kalkoxalat.

An der Grenze dieser beiden Gewebsschichten, der grünen Rinde und des farblosen Markes, liegen verschieden umfangreiche kollaterale

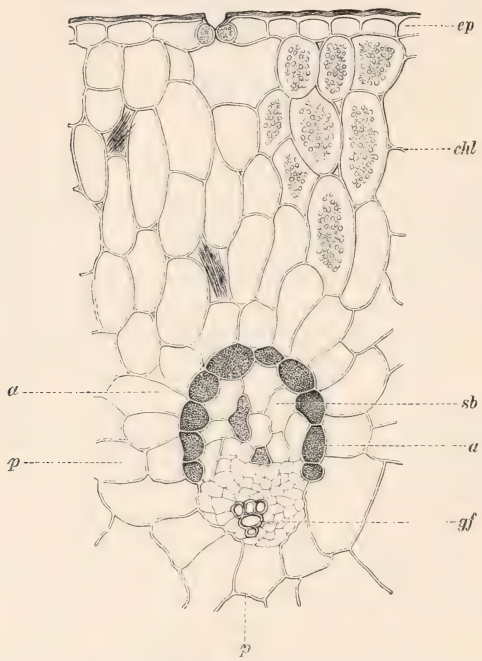


Fig. 87. Partie eines Querschnittes aus dem Blatte von *Aloë vulgaris*. *ep* Oberhaut mit einer Spaltöffnung. *chl* Chlorophyllparenchym mit zerstreuten Raphidenzellen und einem Leitbündel an seinem Innenrande. In diesem *gf* Gefäßgruppe, *sb* Phloëmpartie, *a* Aloësaft führende Zellen, *p* Parenchym. Nach A. E. v. Vogl.

Leitbündel, unter der Lupe durch braune Färbung sich bemerkbar machend.

Jedes Leitbündel ist eingeschlossen von einer Scheide aus dünnwandigen Elementen, welche axile Reihen bilden. Diese, sowie auch alle oder die meisten der weiten Phloemparenchymzellen knapp unter der Leitbündelscheide und gewöhnlich auch die an diese gelagerten chlorophyllfreien Rindenzellen enthalten eine gelbe, gelbbraune oder braune

zähe Flüssigkeit, den Aloesaft[1]). Er bildet eine Emulsion aus Harz mit einer Lösung von Aloin und Extraktivstoffen (Prollius).

Gewinnung der Aloe. Die Herstellung der Aloe erfolgt in ihren verschiedenen Produktionsländern nicht in ganz gleicher Weise, wie schon aus dem abweichenden Aussehen und der Verschiedenheit in den physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der Aloesorten hervorgeht.

Nach von Dan. Hanbury (1871) und von A. Tschirch (1907) direkt eingeholten Informationen[2]) verfährt man in der Kapkolonie in folgender primitiven Weise. Die nahe am Grunde abgeschnittenen Aloeblätter werden in einer seichten, beckenförmigen Grube, die mit einer Pferde- oder Ziegenhaut ausgelegt ist, mit der Schnittfläche nach abwärts, in konzentrischen Lagen von außen nach einwärts bis zur Füllung der Grube untergebracht (Fig. 88). Der aus der Schnittfläche der Blätter ausgetretene Saft sammelt sich in der Tiefe der Grube auf der Haut an, wird dann, nach Entfernung der Blätter, mit der Haut herausgehoben, in ein Gefäß (oft ein Petroleumkanister) gegossen und am Abend in eisernen Töpfen über freiem Feuer unter fortwährendem Rühren eingedampft. Neuestens wird der von den Eingeborenen gewonnene Saft von Unternehmern angekauft und, nachdem er einer gelinden Gärung überlassen wurde, in flachen Holztrögen an der Sonne eingetrocknet. Diese Sorte kam unter der Bezeichnung »Crown-Aloe« auf den Londoner Markt und wurde gut bezahlt[3]).

In Westindien kommen die abgeschnittenen Blätter in geneigte hölzerne Rinnen oder Tröge, die zu mehreren nebeneinander aufgestellt sind. Der ausgetretene Saft fließt nach dem am tiefsten stehenden Ende der Rinne und wird daselbst von untergestellten Gefäßen aufgenommen. In diesen bleibt der Saft oft wochenlang stehen, ehe er

1) Nach Trécul: »Du suc propre dans les feuilles des Aloës« (Ann. sc. nat. 1873) sind bei manchen *Aloe*-Arten die Querwände der Aloesaftzellen resorbiert und so durch Zellfusion Röhren entstanden. Ja selbst saftführende Interzellularräume, infolge Auflösung ganzer Zellenzüge, sollen in manchen Fällen vorkommen. Vgl. auch Prollius: »Über den Bau und Inhalt der Aloineenblätter«, Archiv d. Pharm. **22** (1884). — Macqret in Collins Rapport sur les thèses. Journ. de Pharm. et de Chim., 5. Série, I (1889), p. 221. — F. Lange: »Anatom. Unters. zur System. der Aloineen.« Bot. Ztg. 1910, 1. Abtlg. — E. Zacharias: »Über Sekretbehälter.« Bot. Ztg. 1879. — H. Molisch: »Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen.« Jena 1901. Nach Macqret ist der Aloesaft nicht in der Leitbündelscheide, sondern in den unter ihr liegenden Zellen (tissu aloïfère) enthalten; die in der Leitbündelscheide vorkommenden Körner werden für Gerbstoffkörner angesprochen, während Trécul sie für Aloe, Baillon für Aleuron, Prollius für Harzbildungen erklärte.

2) F. A. Flückiger und D. Hanbury: »Pharmacographia.« London 1879. — A. Tschirch: »Handb. d. Pharmakognosie.« Leipzig 1909. I, 1. Abt., p. 135.

3) Tschirch: »Weitere Mitlg. üb. d. Aloe.« Schweiz. Wochenschr. 1902, Nr. 23.

in kupfernen Kesseln eingedickt wird, um in Kisten oder Kalebassen gefüllt zu werden.

Wie der Saft aus axilen Zellreihen[1]) in toto entleert werden soll, ist schwer verständlich. Man findet die Meinung ausgesprochen, daß infolge des Druckes der anliegenden Gewebe auf die den Aloesaft führenden Elemente deren Querwände zerreißen und so die Entleerung des Saftes erfolgen kann. Aber selbst wenn dies tatsächlich stattfände, was keineswegs erwiesen ist, würde die Menge des Saftes keine beträchtliche sein.

Ob andere Gewinnungsweisen der Aloe, wie über solche berichtet wird[2]), üblich sind, ist nicht sichergestellt. Englische[3]) und amerikanische[4]) Pharmakognosten wissen nichts darüber zu sagen.

Fig. 88. Ziegenfellmulde mit den darüber gelegten Aloeblättern. Nach Tschirch

Danach werden die Blätter klein zerschnitten, zerquetscht oder zerrieben und sodann ausgepresst, oder aber die zerkleinerten Blätter mit Wasser mazeriert, bzw. abgebrüht oder ausgekocht, also extrahiert. Die erhaltene Flüssigkeit läßt man, nach der Trennung von den erschöpften Blattresten, in flachen Gefäßen an der Sonne bis zur Trockene

1) S. oben die Anmerkung p. 559.

2) Vgl. Planchon et Collin: »Les Drogues simples.« Paris 1895. Die Verfasser unterscheiden vier Methoden der Saftgewinnung: 1. écoulement libre, 2. expression, 3. macération et décoction, 4. décoction.

3) H. G. Greenish: »Mat. medica.« London 1899.

4) H. Kraemer: »Botany and Pharmacognosy.« 3. Aufl. Philadelphia 1907.

verdunsten, oder es wird die Flüssigkeit mit Hilfe von Wärme in eisernen oder kupfernen Kesseln unter Umrühren mit großen Löffeln, mit welchen man auch die Unreinlichkeiten beseitigt, bis zur gewünschten Konsistenz eingedickt und in Kalebassen, kleine Fässer oder Kisten gefüllt. Danach wäre die Aloe des Handels wesentlich der eingetrocknete Preßsaft, bzw. das trockene wässerige Extrakt der Aloeblätter[1]).

Die Droge. Die Aloe des Handels bildet kantige Stücke oder rundliche Klumpen einer harten, brüchigen, oft leicht zerbröckelnden Masse von hellgelbbrauner, braunroter, dunkelbrauner bis schwarzer Außenfarbe. Ihre Oberfläche ist entweder matt oder harz-, fett- bis glasglänzend, bei einzelnen Sorten mit einem grünlichen, bei anderen mit einem bräunlichgelben Pulver bestäubt. Der Bruch ist muscheliglänzend bis fast körnig. Bald sind die Stücke undurchsichtig, bald kantendurchscheinend, bald vollkommen durchsichtig. Das Strichpulver variiert vom Hellbräunlichen oder Grünlich-, fast Zitronengelben bis Orange- oder Hellschokoladebraunen.

Unter dem Mikroskop erweisen sich kleine Splitter, in Glyzerin oder in Wasser unter allmählichem Zusatz von Weingeist geprüft, entweder vollkommen amorph, ganz aus einer homogenen, glasigen, in den angeführten Medien allmählich schmelzenden und emulsionsartig sich verteilenden Masse bestehend, oder es zeigen sich vereinzelt Kristalle in die amorphe Grundmasse eingebettet, oder endlich es bestehen die Stücke größtenteils aus einem Haufwerk von Kristallen. Die größeren Kristalle sind Prismen mit zwei ungleichen schiefen Endflächen, viele fast wetzsteinförmig, die kleinen meist nadelförmig. Außer diesen, der Aloe eigentümlichen Kristallen, findet man mehr oder weniger reichlich Nadeln von Kalkoxalat, sowie Gewebselemente des Aloeblattes, in sehr unreinen Sorten auch verschiedene fremdartige Verunreinigungen.

Die Aloe hat ein spezifisches Gewicht von 1,364 (Flückiger), einen eigentümlichen Geruch und sehr bitteren Geschmack. Völlig ausgetrocknete Aloe liefert ein gelbes, bei 100° nicht zusammenfließendes Pulver. Wasserhaltig, erweicht sie im Wasserbade und zwar umsomehr, je größer ihr Wassergehalt ist. In der doppelten Menge kochenden Wassers ist Aloe klar löslich, beim Erkalten oder bei weiterer Verdünnung trübt sich die Lösung von ausgeschiedenem Harz. In der fünffachen Menge

1) Aus der Schnittfläche des Blattes einer bei uns in Warmhäusern gezogenen *Aloe*-Art, z. B. der *A. socotrina*, tritt nur eine geringe Menge eines zähen, fadenziehenden, sich an der Luft rot färbenden und an der Schnittfläche allmählich erhärtenden Saftes aus. Aus dem zerschnittenen und zerriebenen, mit Wasser ausgekochten Blatte erhält man ein prachtvoll violett oder purpurn gefärbtes Filtrat, das, im Wasserbade zur Trockene eingedampft, eine der glänzenden Aloe ähnliche, amorphe, in dünnen Splittern violettrote oder bräunlichrote Masse liefert (A. v. Vogl).

Alkohols löst sich Aloe klar in der Kälte; auch von Ammoniak und Natronlauge wird sie klar gelöst; in Äther und Benzol ist sie nahezu, in Chloroform völlig unlöslich[1]).

Der chemische Nachweis der Aloe in Flüssigkeiten ist schwer zu führen, da die Bornträgersche, die Klungesche und die Schontetensche Reaktion auch von anderen oxymethylanthrachinonhältigen Flüssigkeiten gegeben wird. Nach Moßler[2]) fällt man die anderen Anthrachinone mit basischem Bleiazetat vorsichtig aus. Das entbleite Filtrat versetzt man mit überschüssigem Bromwasser. Bei Gegenwart von Aloe tritt sofort flockige Fällung ein.

Nach ihrem Aussehen unterscheidet man zwei Hauptsorten der Aloe: glänzende Aloe *(Aloë lucida, Vitreous aloes, A. translucide)* und Leberaloe *(Aloë hepatica, Livery Aloës, A. hepatique).*

Zur glänzenden Aloe gehören die helleren, glasglänzenden, durchsichtigen, amorphen Sorten, wie sie hauptsächlich die Kapkolonie, z. T. auch Westindien (Curaçao) liefert; zur Leberaloe die matten, harz- und fettglänzenden, undurchsichtigen, leberbraunen bis schwarzbraunen, meist durch und durch kristallinischen Sorten. Zwischen ihnen gibt es aber so zahlreiche Übergänge, daß der Typus einer Aloesorte nicht immer leicht zu bestimmen ist.

Nach ihrer Provenienz unterscheidet man südafrikanische, ostafrikanische und westindische Aloe.

Die Kapaloe *(Aloë capensis)* ist die *Aloë lucida* unseres Handels; sie wird aber nicht selten unter der unrichtigen Bezeichnung *Aloë socotrina* angeführt. Sie wird aus Capetown, aus der Algoa- und Mosselbai in einer jährlichen Menge von etwa 3000 Meterzentnern exportiert und ist die bei uns und in den meisten europäischen Ländern offizinelle Aloe[3]).

Die Stücke sind schwarz oder dunkelbraun mit grünlichem Schimmer und grünlich bestäubt, im durchfallenden Lichte in dünnen Splittern bernsteingelb oder kolophoniumbraun, meist völlig klar und durchsichtig. Sie zerbrechen leicht in kantige Stückchen, sind im Bruche klein- oder körnig-muschelig, glasglänzend, geben ein hellzitronengelbes bis hellbräunliches Pulver und sind in der Regel vollständig amorph.

Zu den südafrikanischen Sorten zählt auch die Natalaloe, in den oberen Distrikten Natals, zwischen Pietermaritzburg und den Kahlamba-

---

1) E. Schmidt: »Lehrb. d. pharmazeut. Chemie« **2** (1904), 4. Aufl.

2) G. Moßler: »Über den Nachweis von Aloe in Gemischen usw.« Pharm. Post. 1913, Nr. 30 und 31.

3) Nach den offiziellen Listen betrug 1911 die Ausfuhr vom Kap 801789 engl. lb. (= 453,6 g). — Großbritannien und die Ver. Staaten von Nordamerika schreiben Barbados- und Sokotrinaaloe vor.

bergen gewonnen. Sie hat das Aussehen einer Leberaloe. Die dunkel- oder leberbraunen Stücke sind großmuschelig, undurchsichtig, auf der frischen Bruchfläche fettglänzend, im Pulver hellgelbbräunlich, mikrokristallinisch. Ausfuhr jährlich gegen 300 Meterzentner.

Zur ostafrikanischen Aloe gehören die wahre Sokotrina sowie die als Sansibar-, indische, Uganda-, Madagaskar-, Moccha- und Bombay-Aloe bezeichneten Sorten. Sie kommen von der ostafrikanischen Küste, von den Inseln Sansibar und Sokotra, von Aden und aus Häfen des roten Meeres über Bombay in den Handel in kleinen Fässern oder Kisten, zuweilen in Kalebassen oder Häuten (Affen-, Ziegenhäuten).

Alle diese Sorten, mit Ausnahme der indischen glänzenden Jaffarabad- und der pechschwarzen madagassischen Aloe, gehören zur Leberaloe, haben jedoch ein verschiedenes Aussehen. Die Stücke sind dunkel- oder hell-leberbraun bis schwarzbraun oder mehr grünlichschwarz, undurchsichtig, an der muscheligen oder mehr körnigen Bruchfläche bald gleichförmig, bald wie marmoriert (heller und dunkler braunrot), oder an der Oberfläche leberbraun, im Innern gelbbraun, im Pulver hell-orange oder bräunlichgelb, ausgezeichnet makrokristallinisch (Sansibar) oder mikrokristallinisch; schlechte, stark verunreinigte Sorten (Moccha-Aloe, Aloe caballina) auch wohl amorph.

Zur westindischen Aloe gehören die Barbadosaloe und die Curaçaoaloe. Sie werden hauptsächlich in Indien, in den Vereinigten Staaten und in England verbraucht.

Die Curaçaoaloe kommt von den Inseln Curaçao, Bonaire und Aruba. Die Barbadosaloe soll nur mehr in kleinen Mengen gewonnen werden. Die Hauptmasse der westindischen Aloe, meist als »Barbadosaloe« in Kisten oder Kalebassen vorkommend, ist tatsächlich Curaçaoaloe[1]). Die Stücke sind meist dunkelleberbraun bis schwarz, vom Aussehen der ostafrikanischen Leberaloe, an der Oberfläche matt oder etwas glänzend, undurchsichtig, gewöhnlich sehr brüchig, auf der muscheligen oder körnigen Bruchfläche fettglänzend, im Pulver goldgelb bis schokoladebräunlich, meist mikrokristallinisch. Neben dieser Leberaloe kommt auch eine schwarze glänzende Aloe von Curaçao vor und ist derzeit neben der Kapaloe die wichtigste des kontinentalen Handels.

Curaçaoaloe besitzt einen eigenartigen, widrigen Geruch, den man mit jenem des Negerschweißes verglichen hat; Barbadosaloe dagegen riecht ähnlich den ostafrikanischen Sorten safranartig (nach anderen an Myrrhe und Jod erinnernd[2]).

1) Handelsber. Gehe & Comp. April 1899.

2) Als Unterscheidungsmerkmal der Curaçao- und der Sansibaraloe wird angegeben, daß die bzgl. Pulver mit Salpetersäure eine hochrote (Curaçaoaloe) oder rötlich- bis gelbbraune Färbung (Sansibaraloe) annehmen.

Die Ursache des verschiedenen Aussehens und der übrigen Unterschiede im physikalischen Verhalten der Aloesorten soll hauptsächlich gelegen sein in der Art und Weise des Abdampfens, des Zeitpunktes und der Dauer desselben. Auch das Material der verwendeten Kessel (Eisen, Kupfer) soll, wenigstens auf die Farbe des Produktes, von Einfluß sein. Nach Prollius[1]) sind alle durch große Hitze dargestellten Sorten durchsichtig, alle bei geringeren Hitzegraden erhaltenen undurchsichtig. Löst man Kapaloe, die typische *lucida*, in Wasser auf und läßt an der Luft verdunsten, so erhält man ein dem Typus *hepatica* gleichendes Produkt. Dampft man andererseits eine Lösung von Leberaloe auf freiem Feuer rasch ein, so erhält man eine Masse mit allen Eigenschaften des Typus *lucida*. Aloinkristalle geben nämlich durch Schmelzen eine glasige, durchsichtige, braune, kolophoniumartige Masse, deren Splitter sich in nichts von denen der *Aloë lucida* unterscheiden.

Chemie. Die Aloe besteht aus einem kristallisierbaren, in Wasser löslichen Bitterstoff, dem Aloin, und aus Aloeharz. Das Mengenverhältnis dieser beiden Bestandteile ist schwankend; die für den kontinentalen Handel wichtigste Kapaloe enthält nach Kosman (1863) 32,5 Proz. Harz, 59,5 Proz. Aloin und 8 Proz. Verunreinigungen. Diese sind später als Emodin[2]) und andere Anthrachinonderivate und Aloerot (als Umwandlungsprodukt des Aloins in einigen Sorten) erkannt worden. Auch Spuren eines nicht näher bekannten ätherischen Öles enthält die Aloe. Anorganische Salze sind in sehr geringer Menge vorhanden; der Aschenrückstand soll nicht mehr als 3 Proz. betragen; reine Aloe gibt bei der Verbrennung fast gar keine Asche.

Das Aloeharz ist nach den Untersuchungen von Tschirch[3]) und seinen Schülern ein Resitannolester, der in der Kapaloe an Parakumarsäure, in der Natalaloe an Zimtsäure gebunden ist. Es ist in den verschiedenen Aloesorten kein übereinstimmender Körper, wenngleich die Harze untereinander nahe verwandt sind. Die Harze der Kap- und anderen afrikanischen Sorten einerseits und die Harze der Barbados- und Curaçaoaloe andererseits sind isomer. Sie alle liefern bei der Oxydation mit Salpetersäure nur Oxalsäure und Pikrinsäure, während es Aloesorten gibt, bei denen außerdem Chrysaminsäure auftritt.

Aloin, zuerst 1851 von Smith aus der Barbadosaloe dargestellt, wurde in den folgenden 30 Jahren auch in den anderen Aloesorten nachgewiesen und es hat sich gezeigt, daß dieser Körper nicht in ihnen

1) Moeller und Thoms: »Real-Enzyklop. der gesamten Pharmazie« **1** (1904), 2. Aufl.

2) Frischer Aloesaft enthält kein Emodin; dieses bildet sich erst an der Luft (Condi-Vissicchio, Arch. d. Pharm. 1909).

3) A. Tschirch: »Die Harze und die Harzbehälter« **1.** Leipzig 1906.

allen identisch ist. Man unterscheidet daher nach den Anfangssilben ihrer Provenienz: Kapaloin, Nataloin, Sokaloin, Curaçaloin, Zanaloin, Barbaloin usw.

Die meisten Aloine erhält man nach Treumann[1]) durch Auflösen der Aloe in siedendem Wasser (1 : 10) unter Zusatz von einigen Tropfen Schwefelsäure, Eindampfen auf die Hälfte.

Es scheiden sich gelbe prismatische (aus Natalaloe nach Flückiger auch tafelförmige), zu Büscheln vereinigte Kristalle aus, die in Wasser löslich sind und bei 55° zu einer durchsichtigen Masse schmelzen.

Die Aloine stehen den Glykosiden nahe. Nach Léger[2]) hat Barbaloin die Formel $C_{20}H_{18}O_9$ und spaltet sich bei der Hydrolyse in Emodin $C_{15}H_{10}O_5$ und einen Zucker, den er zuerst Aloinose nannte, der sich aber als identisch erwies mit der von E. Fischer dargestellten α-Arabinose. Isobarbaloin ist dem Barbaloin stellungsisomer. Auch aus der Natalaloe isolierte Léger ähnliche Glykoside.

Die folgende Tabelle enthält die Zusammensetzung verschiedener Aloesorten nach Tschirch und Hoffbauer[3]).

Sorten	Aloin	Andere Chrysaminsäure liefernde Substanzen	In $CH.Cl_3$ und $CH_3.OH$ lösliche und keine Chrysaminsäure liefernde Substanzen	Harz
	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
Kapaloe, weich	20	55	11,8	13,2
Kapaloe, trocken	16	59	6,2	18,8
Ugandaaloe	16	34	30,4	19,6
Barbadosaloe, neues Verfahren	18	32	22,4	27,6
Barbadosaloe, altes Verfahren	16	34	12,8	37,2
Curaçaoaloe	18	32	16,6	33,4
Sokotraaloe	8	25	3,6	83,4
	wirksam		unwirksam	

Aus diesen Ziffern geht hervor, daß die auf Grund der Erfahrungen von den Arzneibüchern bevorzugte Kapaloe tatsächlich die an wirksamen Bestandteilen reichste Sorte ist.

Ihre wässerige Lösung 1 : 1000 zeigt nach Zusatz von 5 Proz. Boraxpulver grüne Fluoreszenz. Zu ihrer Wertbestimmung gibt Tschirch folgende Methode an: 5 g Aloe werden in einem Kolben von 50 cm^3

1) Treumann: »Beitr. z. Kenntnis d. Aloe.« Diss. Dorpat 1880.

2) E. Léger: »Sur la barbaloïne.« Journ. de Pharm. et de Chimie. 1902. — Derselbe: »Sur la constitution des aloïnes; comparaison avec celles des glukosides.« Compt. rend. **134, 150** und **155.**

3) A. Tschirch und R. Hoffbauer: »Die Wertbestimmung der Aloe.« Schweiz. Wochenschr. für Chemie und Pharm. 1905, Nr. 12.

Inhalt 2 Stunden lang mit 5 cm^3 Methylalkohol mazeriert; dann erhitzt man auf 50—60°, fügt unter Umschütteln allmählich 30 cm^3 Chloroform hinzu und überläßt das Ganze $^1/_2$ Stunde lang der Ruhe. Hierauf filtriert man die gelbe Chloroformlösung von dem abgeschiedenen Harz in einen gewogenen Erlenmeyerkolben und destilliert. Mit dem abdestillierten Chloroform wiederholt man obigen Vorgang noch 4 mal. Der gelbe Gesamtrückstand wird im Kolben bei 100° getrocknet; er betrage nicht weniger als 4,0 g.

Wirkung und Anwendung. An der drastischen Wirkung der Aloe scheint das Harz gar nicht beteiligt zu sein. Früher hielt man das Aloin für den allein wirksamen Bestandteil, Tschirch hat aber gezeigt, daß auch die das Aloin begleitenden Anthrachinonderivate (wahrscheinlich »Anthraglukoside«) dadurch wirken, daß aus ihnen im alkalischen Darm Trioxymethylanthrachinone abgespalten werden.

Aloe ist eines der beliebtesten Abführmittel und Bestandteil zahlreicher Spezialitäten. Sie wirkt zwar spät (nach 12—15 Stunden), aber zuverlässig und ohne nennenswerte Beschwerden. Weil sie Blutandrang in den Unterleibsorganen verursacht, ist ihre Verwendung in der Schwangerschaft bedenklich. Mitunter wird sie zur Fruchtabtreibung mißbraucht.

In der Technik benutzt man eine Lösung von Aloe in Salpetersäure als Beize, um Holz gelb oder mahagoniartig zu färben.

Die Verwendung der Aloe als Hopfensurrogat ist eine Fabel.

Sechster Abschnitt.

Kampfer[1]).

Der gewöhnliche Kampfer, nach seiner Abstammung Laurineenkampfer, nach seiner Herkunft chinesischer oder japanischer (Formosa-)Kampfer genannt, ist das Stearopten aus dem ätherischen Öl des Kampferbaumes, *Cinnamomum Camphora Nees et Eberm. (Camphora officinarum E. G. Nees, Laurus Camphora L.)*, eines ansehnlichen, dem Lorbeer nahe verwandten, aber viel größeren Baumes aus der Famile der Lauraceen.

Seine Heimat ist China (besonders die Küstenprovinzen von Shanghai bis Amoy), Japan (die Inseln Kiusiu, Sikoku und Nipon bis zum 36. Grade n. Br.) und ganz besonders die Insel Formosa, wo der Baum im gebirgigen Teile Wälder bildet[2]). In neuerer Zeit ist der Kampferbaum auch auf Ceylon[3]) und in einigen Gegenden des indischen Festlandes, auf Korea, Java und Madagaskar, in Deutsch-Ostafrika, Westindien und in den südlichen Vereinigten Staaten Nordamerikas eingebürgert. Einzelne Kampferbäume gedeihen als Zierpflanzen auch sonst in klimatisch entsprechenden Lagen, z. B. in Italien[4]) und im südlichen Frankreich[5]).

Das gegen den Angriff von Insekten vollkommen geschützte, fein gemaserte, etwas rötliche Holz des Kampferbaumes ist geschätzt zur Herstellung von Kisten und Furnieren. Es enthält, wie alle Teile des Baumes in Sekretzellen ein ätherisches Öl, aus welchem zum Teil schon

---

1) Von **A. E. v. Vogl**, neu bearbeitet von Hofrat Dr. **J. Moeller**, o. ö. Professor der Pharmakognosie und Vorstand des Pharmakognostischen Institutes an der Wiener Universität.

2) Vgl. E. Grasmann: »Über den Kampferbaum.« Pharm. Zentralhalle. 1896. Aus Mitt. der D. Gesellsch. f. Natur- und Völkerk. Ostasiens. 1895.

3) Auf Ceylon sollen 1907 schon 1106 Acres mit Kampferbäumen bepflanzt gewesen sein und die Kulturen sollen seither sich noch vergrößert haben. Tropenpflanzer **13,** 1909).

4) Giglioli: »La canfora italiana.« Rom 1908.

5) Journ. d'Agricult. trop. 1907. Ref. in Schimmels Bericht. April 1908.

in der lebenden Pflanze der Kampfer in kristallinischem Zustande sich ausscheidet[1]).

Kampfergewinnung. In Japan ist die Gewinnung des Kampfers Staatsmonopol; die weitaus größte Menge liefert die Insel Formosa, sie übertrifft weitaus die Produktion der altjapanischen Inseln. Nach einem Berichte des kaiserlich deutschen Konsulates in Nagasaki[2]) betrug die Erzeugung von Kampfer und Kampferöl in 1000 Pikuls (à 60 kg):

	Formosa					Altjapan				
	1907	1908	1909	1910	1911	1907	1908	1909	1910	1911
Kampfer	35	35	35	53	45	7	8	8	10	11
Kampferöl	41	44	38	58	46	9	10	11	16	18

Nach dem vom kaiserlichen Finanzministerium herausgegebenen finanziellen und wirtschaftlichen Jahrbuch für Japan 1912 waren nach der gewaltigen Depression in den Jahren 1904—1909 die Gewinnung und die Ausfuhr des Kampfers bedeutend gestiegen, erreichten aber noch immer kaum die Hälfte der Ziffern in den Jahren 1901—1903.

Es wurden (in abgerundeten Zahlen)

1910 gewonnen in Japan	Kampfer	1,05	Mill. Kin	(= 0,6 kg)
» » »	Kampferöl	1,66	»	»
» auf Formosa	Kampfer	5,36	»	»
» » »	Kampferöl	5,86	»	»
ausgeführt[3]) aus Japan	Kampfer	2,96	» Yen	(= 4,37 Mk.)
» » »	Kampferöl	—	»	»
» » Formosa	Kampfer	3,93	»	»
» » »	Kampferöl	—	»	»

Die Produktion in China hat, durch die hohen Monopolpreise angeregt, bedeutend zugenommen, in neuerer Zeit aber wieder abgenommen. Es wurden aus China von Rohkampfer ausgeführt (in 1000 Pikuls):

Jahr	insgesamt	Davon aus	
		Shanghai	Amoy und Futschau
1907	25,8	4,5	19,7
1908	13,1	4,1	8,3
1909	9,8	4,9	4,0
1910	5,6	4,4	1,0
1911	3,4	2,7	0,6
1912	—	2,4	0,2

1) A. Tschirch und Homi Shirasawa: »Über die Bildung des Kampfers im Kampferbaum.« Arch. d. Pharm. **240** (1902).

2) Bericht von Schimmel & Co. Oktober 1913.

3) Die Exportverhältnisse sind ausführlich dargestellt in dem Handelsber. von Gehe & Co. 1909.

Die Kulturen in Deutsch-Ostafrika, anfangs wenig versprechend, liefern schon nennenswerte Erträge. Es sind Ende Januar 1912 zum ersten Male 5 Kisten Kampfer in Hamburg eingetroffen und damit wurde der vom kolonialwirtschaftlichen Komitee 1910 ausgesetzte Preis gewonnen[1]).

Auch in den malayischen Schutzstaaten (Batu-Tiga, Selangoor) wurden Kampferbäume versuchsweise angepflanzt. Von 1904 aus Samen gezogenen Bäumen konnte schon 1909 Kampfer destilliert werden. Die Ausbeute betrug aus den Blättern 1,00 Proz., aus dem Stamme 0,4 Proz., aus den Wurzeln 1,1 Proz.[2]).

Die Kampfergewinnung auf Formosa wird folgendermaßen geschildert: »Auf einem etwa 4 Fuß hohen Lehmofen, der mit Holz gespeist wird, ruhen ein oder mehrere Eisenkessel, die mit Wasser gefüllt werden. Auf diesen Kesseln steht je ein tubenartiger etwa 5 Fuß hoher Holzzylinder mit durchlöchertem Boden, durch den die Wasserdämpfe von unten eindringen. Die Holzzylinder werden bis oben mit etwa 3 cm langen, $^1/_2$ cm dicken Kampferholzstücken gefüllt, hierauf zugedeckt und allenthalben mit Lehm luftdicht verschmiert. Die kampferhaltigen Dämpfe ziehen sich alsdann durch ein oben im Zylinder angebrachtes, etwa 11 Fuß langes Bambusrohr in einen kastenartigen, 6 Fuß hohen, luftdichten Behälter, der in fließendem Wasser steht, und setzen sich darin kristallartig an. Durch ein höher gelegenes, mit leichter Neigung nach abwärts laufendes Rohr träufelt immer etwas Wasser in den Kessel, um das verdampfende Wasser zu ersetzen«[3]).

Fig. 89. Chinesischer Kampferofen. Nach Chem. and Drugg. 1895.

Die Destillation einer Beschickung (etwa 120 kg Späne) dauert 24 Stunden; sie wird etwa 4 Wochen lang fortgesetzt bis die als Vorlage dienende Kiste mit Kampfer gefüllt ist. Da die Kampferbäume gefällt werden, sind sie im westlichen Teile der Insel beinahe schon ausgerottet. Um diesem Raubbau ein Ziel zu setzen, wurde seitens der Regierung eifrig aufgeforstet[4]). Es muß jetzt für jeden gefällten Baum ein neuer gepflanzt werden, und diese Verordnung wird strenge überwacht.

Etwas vollkommener ist der Kampferofen der Chinesen (Fig. 89). Ein ganz flacher eiserner Kessel bildet den Herd. Über diesem wird ein

1) Handelsber. v. Gehe & Co. 1912, p. 50.

2) B. J. Eaton: »Camphor, cultivation and preparation in the Federated Malay States.« Dep. of Agriculture. Bull. No. 15, Febr. 1912. Auszugsweise in Schimmels Bericht. Oktober 1912.

3) Adolf Fischer: »Streifzüge durch Formosa.« Berlin 1900.

4) Es wurden z. B. 1909 7600 ha mit 28 Mill. jungen Bäumen bepflanzt.

Drahtgitter angebracht und der runde, aus Lehm oder Backsteinen aufgebaute Ofen wird dann mit einer irdenen Schale bedeckt. Aus den Stämmen und Zweigen des Kampferbaumes werden etwa kleinfingerlange Stücke gespalten und diese solange geklopft bis sie faserig locker geworden sind. In den flachen Kessel wird Wasser gegeben, auf das Sieb das Holz geschichtet, mit dem tönernen Gefäß bedeckt, die Feuerung angezündet. Die Kampferdämpfe verdichten sich an der Innenfläche der aufgedeckten Schüssel.

Vollkommene, dem Zweck besonders angepaßte Destillationsapparate werden natürlich überall in den Kolonialstaaten verwendet.

In Japan werden 5 kg Kampfer aus 100 kg Holzspänen als genügende Ausbeute angesehen [1]). Die Wurzeln des Kampferbaumes sollen mehr Kampfer liefern. Schimmel & Co.[2]) erhielten aus dem Wurzelholze 4 Proz. eines größtenteils aus Kampfer bestehenden Öls, aus den getrockneten Blättern 1,85 Proz. eines Öls von 0,932 spezifischem Gewicht, das bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen zu einem Brei von Kampferkristallen erstarrte.

Blätter von der Kampferpflanzung in Amani gaben nach V. Lommel[3]) eine Ausbeute von 1,55 Proz. Rohkampfer und 0,49 Proz. Kampferöl, fast ebensoviel (1,86 Proz.) erhielten H. W. Emerson und E. R. Weidlein[4]) aus den Blättern der auf Jamaika kultivierten Bäume und A. W. K. de Jong[5]) aus javanischen Blättern (1,26 Proz.). Trotz der geringen Ausbeute soll mit der Destillation von Kampferblättern auf Formosa demnächst begonnen werden[6]).

Aus dem durch Destillation erhaltenen Rohkampfer sickert schon beim Lagern, mehr durch Abpressen der flüssige Anteil, gemischt mit etwas Wasser, heraus. In Japan soll der Kampferbaum im Winter mehr festen Kampfer liefern als im Sommer, während die Menge des Kampferöls umgekehrt im Sommer weit beträchtlicher ist als im Winter[7]). Der Gehalt an Öl und Wasser schwankt zwischen 5—20 Proz.[8]).

Kampferöl und Kampfer.

Kampferöl, in großer Menge als Nebenprodukt erhalten, diente früher in den Produktionsorten als Leuchtmaterial; jetzt wird es als wertvolles Ausgangsmaterial der chemischen Industrie ebenfalls in den

1) Pharm. Journ. and Transact. 1893.
2) Ber. Oktober 1892.
3) Bericht von Schimmel & Co. April 1912, p. 33.
4) Ebenda p. 34.
5) Ebenda Oktober 1912, p. 28.
6) Ebenda April 1913.
7) H. Oishi in Beckurts' Jahresber. 1883/84.
8) Pharm. Journ. and Transact. 1893.

Handel gebracht. Es hat eine gelbe bis bräunlichgelbe Farbe, dreht rechts und hat ein zwischen 0,95—0,995 schwankendes spezifisches Gewicht; es enthält neben Kampfer nach dem Siedepunkt geordnet: Azetaldehyd, Pinen, Camphen, Phellandren, Cineol, Dipenten, Borneol, Terpineol, Safrol, Eugenol und Cadinen. In Japan wird durch fraktionierte Destillation das Kampferöl getrennt in Kampfer, weißes Kampferöl und rotes, hauptsächlich aus Safrol bestehendes Kampferöl. In den europäischen Fabriken wird das rohe Kampferöl ebenfalls auf Kampfer und Safrol verarbeitet, wobei als Nebenprodukte leichtes, schweres und blaues Kampferöl erhalten werden. Sie finden eine ausgedehnte Anwendung als Lösungsmittel für Harze, zum Aromatisieren von Seifen, zumal von Schmierseifen, zur Verdeckung des Geruches von Mineralölen und Wagenfetten, zu Hufschmieren, Wichsen, Lacken usw.

Der vom Öl befreite Rohkampfer wird zum Export in mit Bleiblech ausgelegte Kisten gefüllt.

Der Rohkampfer bildet eine kristallinisch-körnige, ziemlich lockere, von fremden Beimengungen (2—10 Proz.) etwas grauliche oder graurötliche Masse.

In Europa und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in neuerer Zeit auch in Japan[1]), wird er durch Sublimieren gereinigt, raffiniert.

Dies geschieht in niedrigen, sehr breiten, dünnwandigen Glaskolben mit flachem, etwas eingedrücktem Boden und ziemlich weitem Halse (Bombolas). Man füllt sie etwa zur Hälfte mit Rohkampfer, dem etwas Kohle, Sand, Eisenfeile oder Kalk beigemischt wurde, und erhitzt sie sehr langsam und vorsichtig im Sandbade. Nach beendeter Operation wird durch vorsichtiges Zersprengen des Kolbens die in Form eines Kuchens sublimierte Kampfermasse frei gemacht, ihre Oberfläche durch Abschaben geglättet und sodann jeder Kuchen gewöhnlich in blaues Papier eingeschlagen. In Amerika ist die Resublimation aus eisernen Retorten in einer abgekühlten Kammer üblich. Das auf diesem Wege erhaltene Kristallpulver des Kampfers wird durch hydraulische Pressen in etwa 40 cm breite, an 3 cm dicke Scheiben gebracht und in Würfel zerschnitten. Aus Japan gelangt der gereinigte Kampfer ebenfalls in dichten Scheiben und Tafeln in den Handel.

Der bei uns gewöhnliche Kampfer stellt etwa 1—2 kg und darüber schwere, scheibenrunde, konvexkonkave, in der Mitte (der Kolbenöffnung entsprechend) durchbohrte Kuchen oder Brote dar. Die Masse ist kri-

1) Es bestehen in Japan derzeit 8 Kampferraffinerien: 4 auf Kobe, 2 auf Osaka, 1 auf Taipeh, 1 in Taikolen, der Hauptstadt Formosas. Hier wurden schon 1911 etwa 1 Mill. Pfund raffiniert, und man rechnet für das Fiskaljahr 1913 mit der fünffachen Menge (Schimmel & Co.).

stallinisch-körnig, fettglänzend und etwas fettig anzufühlen, brüchig, zerreiblich, aber nur nach dem Befeuchten mit Alkohol oder einem anderen Lösungsmittel des Kampfers fein zu pulvern, in kleinen Stücken vollkommen farblos und durchsichtig. Er hat einen eigentümlichen durchdringenden aromatischen Geruch und einen anfangs erwärmend-gewürzhaften, zugleich etwas bitteren, nachträglich kühlenden Geschmack. Gekaut, hängt er den Zähnen etwas an, ohne jedoch eine zusammenhängende Masse zu bilden.

Chemie. Der Kampfer hat die Formel $C_{10}H_{16}O$; sein spezifisches Gewicht ist bei 0° fast gleich dem des Wassers, auf dem er in kleinen Stückchen in lebhafte kreisende Bewegung gerät; bei etwas höherer Temperatur wird er leichter, bei 12° hat er ein spezifisches Gewicht von 0,995.

Er verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur langsam (die kreisende Bewegung auf reinem Wasser ist dadurch veranlaßt) und sublimiert an den Gefäßwänden in schönen glänzenden hexagonalen Kristallen (Tafeln, Prismen).

Der Kampfer schmilzt bei 175°, siedet bei 204°, entzündet sich leicht und verbrennt vollständig mit rußender Flamme. In Wasser ist er nur sehr wenig (1 : 1300), leicht in Weingeist, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, auch in Fetten und ätherischen Ölen löslich. In konzentrierter Lösung (nicht in Kristallen) dreht er die Polarisationsebene stark nach rechts.

Beim Verreiben von Chloralhydrat, ebenso von Phenol, Thymol, Menthol mit Kampfer erhält man ein flüssiges, ölartiges Gemenge.

Anwendung. Der Kampfer findet zumeist (etwa 70 Proz.) in der Zelluloidfabrikation Verwendung. Als Mottenvertilgungsmittel hat er einen alten, nicht ganz begründeten Ruf, den Rest benutzt man zur Darstellung des rauchlosen Pulvers, von Ledersatzstoffen, in der Medizin und Pharmazie. Man schätzt den jährlichen Weltverbrauch auf 8000000 kg.

Der Preis des Kampfers ist, wie kaum bei einem anderen Naturprodukt großen Schwankungen unterworfen; 1885 kosteten 100 kg 153 Mk., 1907 1050 Mk.

Künstlicher Kampfer.

Der Apotheker Kindt in Eutin hatte 1803 durch Einleiten von Salzsäure in Terpentinöl eine Verbindung hergestellt, die als »Terpentinkampfer« oder »künstlicher Kampfer« medizinisch verwendet wurde, aber für technische Zwecke den natürlichen Kampfer nicht ersetzen konnte. Diese Verbindung war Terpentinhydrochlorid, $C_{10}H_{16} \cdot HCl$. Sie bildete das Ausgangsmaterial für die fabriksmäßige Herstellung von synthetischem Kampfer, für die im Februar 1896 J. C. Richardson unter 3555 ein englisches Patent verliehen wurde. Seither hat die Darstellung des künstlichen Kampfers viele Modifikationen

erfahren und in Frankreich, England, Deutschland und Amerika wird nach verschiedenen patentierten Verfahrungsweisen gearbeitet.

Alle Methoden nehmen Terpentinöl zum Ausgangsmaterial. Es besteht hauptsächlich aus Pinen, $C_{10}H_{16}$, das im Molekül ein O weniger hat als der Laurineenkampfer. Die Aufgabe, dem Pinen dieses O anzugliedern, wird im wesentlichen nach zwei Verfahrungsweisen gelöst:

1. Aus Pinenchlorhydrat stellt man durch Kochen mit alkoholischer Kalilauge oder Destillation über Ätzkalk Camphene ($C_{10}H_{16}$) her und oxydiert diese mit irgend einem Sauerstoffträger.

2. Das Pinen wird durch Einwirkung organischer Säuren in Isoborneol ($C_{10}H_{17}OH$) übergeführt, das dann durch verschiedene Mittel zu Kampfer oxydiert wird.

Die Ausbeute soll 40 Proz., einigen Patenten zufolge viel mehr betragen.

Der künstliche Kampfer hat alle Eigenschaften des natürlichen Laurineenkampfers bis auf eine: er ist optisch inaktiv. Die Bestimmung der Polarisation einer alkoholischen oder benzolischen Lösung ist das sicherste Mittel, um natürlichen vom synthetischen Kampfer zu unterscheiden. Nach P. Bohrisch[1]) wird natürlicher Kampfer durch Vanillinsalzsäure (1 Proz.) blau gefärbt, während synthetischer Kampfer farblos bleibt. Wichtig ist auch der Nachweis von Verunreinigungen[2]).

Der künstliche Kampfer kommt in Form von Würfeln, Tabletten oder Perlen in den Handel. Er eignet sich für alle Verwendungsgebiete des natürlichen Kampfers, ist aber nicht offizinell.

Die Erwartung, daß der natürliche Kampfer durch den ihm in jeder Beziehung gleichwertigen synthetischen werde verdrängt werden, hat sich nicht erfüllt, weil er zu teuer ist. Der Industrie ist dessen Herstellung insofern von Nutzen, als die japanische Monopolverwaltung genötigt ist, die maßlosen Forderungen für ihr natürliches Produkt herabzusetzen.

Borneokampfer.

Verschieden nach Abstammung und chemischer Konstitution ist der Sumatra-(Borneo-, Baros-)Kampfer. Er stammt von *Dryobalanops aromatica Gärtn. (D. Camphora Colebr.)*, einem riesigen Baum aus der Familie der Dipterocarpaceen, der auf Sumatra, Borneo und auf der kleinen Insel Labuan heimisch ist.

Dieser Kampfer kommt in Spaltenräumen des Holzes angesammelt vor in kristallinischen Massen[3]), welche mühsam durch Abschaben gesammelt

1) Pharm. Zentralh. 1907, Nr. 26.

2) W. Lohmann: »Die Unterscheidungsmerkmale des natürlichen, künstlichen und synthetischen Kampfers.« Ber. d. D. Pharm. Ges. **19** (1909).

3) Maisonneuve: »Etude sur la struct. et les produits du Camphrier de Borneo.« Paris 1875.

werden. Den Rohkampfer bringen die Eingeborenen nach Baros, woselbst er auf umständliche Weise einer unvollständigen Reinigung unterworfen wird[1]).

Er besteht dann aus einem Gemenge von farblosen oder von anhängendem vegetabilischen Detritus oder Erde etwas bräunlich gefärbten Kristallen des regulären Systems und Kristallfragmenten, in Masse ein grobkörniges Kristallpulver von grau- oder bräunlichweißer Farbe bildend.

Der ganz reine Kampfer, Borneol ($C_{10}H_{18}O$), bildet weiße, perlmutterglänzende oder vollkommen farblose Kristallblättchen, bzw. blätterig kristallinische Massen, die sich leicht in ein weißes Pulver zerreiben lassen. Borneol besitzt einen eigenartigen, nicht eben angenehmen, gar nicht an gewöhnlichen Kampfer, eher an Pfeffer erinnernden Geruch und kampferartigen, nachträglich stark kühlenden Geschmack.

Er schmilzt bei 207°, dreht die Polarisationsebene wie Laurineenkampfer rechts. Er steht zu diesem in dem Verhältnis eines sekundären Alkohols zum zugehörigen Keton.

Das Borneokampferöl enthält etwa 35 Proz. Terpene, 10 Proz. alkoholische Bestandteile (Borneol und α-Terpineol), 20 Proz. Sesquiterpene und 35 Proz. Harz[2]).

In Süd- und Ostasien steht dieser Kampfer in hohem Ansehen. Wahrscheinlich wurde er früher nach Europa gebracht und dann etwa im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts durch den gewöhnlichen, viel billigeren Kampfer verdrängt. Jetzt ist er kein Gegenstand des europäischen Handels.

Künstlich kann Borneol leicht durch Reduktion des Laurineenkampfers mittelst Natrium erhalten werden. Er findet in der Parfümerie Verwendung.

Ngaikampfer.

Eine dritte, von den Chinesen in der Heilkunde und in der Tuschfabrikation verwendete Kampfersorte ist der Ngai- oder Blumeakampfer.

Er wird auf Hainan aus *Blumea balsamifera DC.* (»Ngai« der Chinesen), einer süd- und südostasiatischen halbstrauchigen Komposite gewonnen und in Canton raffiniert. Er kristallisiert wie der Baroskampfer im regulären System, hat auch dieselbe Zusammensetzung ($C_{10}H_{18}O$), lenkt aber die Polarisationsebene nach links[3]).

In Tongkin, wo Blumea auf verlassenen Reisfeldern massenhaft wächst, wäre die Kampfergewinnung vielleicht lohnend[4]). Die Japaner beabsichtigen, auf der koreanischen Insel Quelpart alle drei Kampfer liefernden Pflanzen einzuführen[5]).

1) G. J. Deutz, Naturk. Tijdschrift voor Nederl. Indië **32** (1873).
2) Bericht von Schimmel & Co. April 1913.
3) Flückiger, Pharm. Journ. and Transact. 1874.
4) Bericht von Schimmel & Co. April 1908.
5) Ebenda Oktober 1908.

Siebenter Abschnitt.

Indigo[1]).

Unter den Pflanzenfarbstoffen nimmt der hauptsächlich aus *Indigofera*-Arten bereitete Indigofarbstoff die erste Stelle ein. Seit Jahrtausenden in Indien gekannt, bereitet und zum Färben verwendet, hat sich derselbe trotz der aufblühenden Teerfarbstoffindustrie bis auf den heutigen Tag auf dem Weltmarkt behauptet und genießt noch immer wegen seiner Schönheit und Echtheit als »König der Farbstoffe« unter den blauen Farben einen ausgezeichneten Ruf.

Indigo findet sich niemals fertig gebildet in der lebenden Pflanze vor, sondern er entsteht zumeist aus einem in der Pflanze vorkommenden Glykosid, dem Indikan, welches durch eine Fermentwirkung oder durch verdünnte Mineralsäuren in Indoxyl und Glukose gespalten wird:

$$\underset{\text{Indikan}}{C_{14}H_{17}O_6N} + 3\,H_2O = \underset{\text{Indoxyl}}{C_6H_4\!<\!\begin{matrix}NH\\COH\end{matrix}\!>\!CH} + \underset{\text{Glykose}}{C_6H_{12}O_6}$$

Das Indoxyl nimmt in alkalischer Lösung Luftsauerstoff auf und verwandelt sich dabei in Indigblau oder Indigo $C_{16}H_{10}N_2O_2$.

Beim Waid, *Isatis tinctoria* entsteht nach Beijerinck[2]) das Indigblau nicht aus einem Indoxylglykosid und auch nicht aus freiem Indoxyl, wie er früher dachte[3]), sondern aus einer noch nicht näher bekannten Indoxylverbindung, der er den Namen Isatan gegeben hat.

In der Regel stellt der Indigo den feinpulverigen blauen Absatz aus einem Extrakte dar, den man durch Auslaugen von Indigopflanzen im

---

1) Bearbeitet von Dr. **H. Molisch**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanze an der k. k. Universität in Wien.

2) M. W. Beijerinck, Further researches on the formation of Indigo from the Woad *(Isatis tinctoria)*. Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. 1900, August, p. 101.

3) M. W. Beijerinck, On the formation of Indigo from the Woad *(Isatis tinctoria)*. Ebenda 1899, Okt. 25.

Wasser erhalten, bis zu einem gewissen Grade gereinigt hat und der Indigblau in verschiedenen Mengen neben anderen Substanzen enthält. — Indigo wird an vielen Orten der Erde erzeugt. Indien, Java, Amerika produzieren große Mengen, auch in Afrika (Ägypten, Senegal usw.) und im südlichen China gibt es ausgedehnte Indigokulturen. Für den Weltmarkt kommen jedoch nur 3 Arten in Betracht: der Bengal-, Java- und der Guatemala-Indigo.

I. Übersicht der Indigo liefernden Pflanzen.

Das Glykosid Indikan, die Muttersubstanz des Indigo, ist im Pflanzenreiche nicht sehr verbreitet. Unter den Kryptogamen wurde bisher keine einzige Indigo liefernde Pflanze bekannt, alle bisher aufgefundenen Indigopflanzen sind phanerogam, stehen an weit auseinanderstehenden Stellen des Systems und illustrieren damit von neuem den Satz, daß häufig ein und dasselbe chemische Individuum von ganz verschiedenen und gar nicht verwandten Pflanzen produziert wird, hingegen nicht immer von allen Arten derselben Gattung (*Indigofera, Polygonum* usw.).

Mit Sicherheit können als Indigopflanzen[1]) folgende bezeichnet werden: Zahlreiche aber nicht alle Arten der Gattung *Indigofera, Isatis tinctoria L., I. alpina All., I. lusitanica L., Marsdenia tinctoria R. Br., M. parviflora Decaisne, Polygonum tinctorium L.,* viele *Phajus*-Arten, *Calanthe veratrifolia R. Br., C. restita Rchb., Echites religiosa Teijsm. et Binn., Crotalaria retusa L., C. Cunninghamii R. Br., C. turgida Loisel., C. incana L.* und *Wrightia antidysenterica.*

Zu jenen Gewächsen, welche nach mehrfachen Angaben[2]) sicher Indigo liefern sollen und höchstwahrscheinlich liefern, die ich aber wegen Mangels an Material selbst nicht untersuchen konnte, gehören: *Asclepias tinctoria Roxb., A. tingens Roxb., Wrightia tinctoria R. Br., Bignonia sp., Eupatorium indigoferum Pohl, E. tinctorium, Spilanthes tinctorius Lour., Galega tinctoria L., Sophora tinctoria L., Polygala tinctoria Forsk., Polygonum barbatum L., Ruellia comosa Wall., Sericographis Mohintli DC.* und *Strobilanthes flaccidifolius Nees.*

Außerdem werden bis in die neueste Zeit in der Literatur[3]) immer wieder einige Pflanzen angeführt, welche angeblich Indigofarbstoff oder

1) Vgl. Hans Molisch, 1. Das Vorkommen und der Nachweis des Indikans in der Pflanze nebst Beobachtungen über ein neues Chromogen. Sitzungsber. d. kais. Wiener Akad. d. Wissenschaften **102,** Abt. I, Juni 1893. — 2. Botanische Beobachtungen auf Java. I. Abhandl. Über die sog. Indigogärung und neue Indigopflanzen. Ebenda Juli 1898. Die erste Arbeit zitiere ich im folgenden kurz Molisch I und und die zweite Molisch II.

2) Siehe die Zusammenstellung bei J. Wiesner, Die Rohstoffe usw. 1. Aufl., p. 660.

3) Husemann-Hilger, Die Pflanzenstoffe. 2. Aufl., **2** (1884), p. 1079.

einen damit sehr ähnlichen Farbstoff liefern sollen. Hierher gehören: *Mercurialis perennis L.!, Melampyrum arvense L.!, M. cristatum L.!, Polygonum Fagopyrum L.!, Polygala bracteolata, Croton tinctorius L., C. verbascifolius Willd., Phytolacca decandra L.!, Ph. mexicana Sweet., Monotropa Hypopitys L., Fraxinus excelsior L.', Coronilla Emerus L.!, Amorpha fruticosa L.!* Davon habe ich die mit einem ! versehenen Arten untersucht, aber aus keiner einzigen in irgend einer Weise eine Spur Indigblau gewinnen können[1]).

Doch gibt es neben den Indigopflanzen tatsächlich Gewächse, in welchen postmortal ein blauer oder blaugrüner, von Indigo sehr verschiedener Farbstoff aus einem Chromogen entsteht. Ich möchte vorschlagen, solche Pflanzen, vorläufig, bevor wir über die Natur dieses Farbstoffs oder dieser Farbstoffe etwas näheres wissen, als Pseudoindikanpflanzen den Indigopflanzen gegenüberzustellen. So kommt in den Organen der frischen Schuppenwurz *Lathræa squamaria L.* ein Chromogen vor, welches mit verdünnter Salzsäure einen blauen Farbstoff liefert, der aber von Indigo ganz verschieden ist. Einen vielleicht damit verwandten, wenn nicht denselben Farbstoff liefern bei gleicher Behandlung im frischen Zustande *Rhinanthus Crista galli L., Euphrasia officinalis L., Utricularia vulgaris L., Galium Mollugo L.* und *Monotropa Hypopitys L.*[2]). Ein Pseudoindikan findet sich auch in den Cystolithenzellen der Acanthaceen *Sanchezia nobilis Hook., Goldfussia anisophylla Nees* und *Strobilanthes Dyerianus hort.*, das beim Absterben der Zellen in Berührung mit Luft einen intensiv blaugrünen, von Indigo ganz abweichenden Farbstoff gibt[3]).

Im folgenden sollen die Indigopflanzen, nach Familien geordnet, zusammengestellt werden.

1. Orchidaceen.

Calanthe veratrifolia R. Br. Molukken. Molisch I, l. c., p. 9.

C. vestita Rchb. Vgl. Molisch, H., Über das Vorkommen von Indikan im Chlorophyllkorn der Indikanpflanzen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1899, p. 228.

Phajus grandifolius Lindl. (= Ph. grandiflorus Lour.) und andere Arten dieser Gattung. Molisch I, p. 9.

---

1) Molisch I, p. 15.

2) Ebenda p. 15 f.

3) H. Molisch, Über Pseudoindikan, ein neues Chromogen in den Cystolithenzellen von Acanthaceen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Math.-naturw. Kl., Abt. I, **108,** p. 479, 1899.

2. Polygonaceen.

Polygonum tinctorium Ait., japanisch Ai, Färbeknöterich. Alte ostasiatische Kulturpflanze. In einem weiten Gebiete Ostasiens, zumal in China, Cochinchina, Korea und Japan, die Hauptindigopflanze. Loureiro, Flora Cochinch., p. 297. S. Syrsky, Die Landwirtschaft in China. J. J. Rein, Japan nach Reisen und Studien. Leipzig 1886, II, p. 204.

3. Cruciferen.

Isatis tinctoria L., Waid. Bevor der aus *Indigofera* bereitete Indigo aus Indien nach Europa gebracht und verwertet wurde, baute man in Frankreich und Deutschland, besonders in Thüringen den Waid behufs der Indigogewinnung im großen. Bereits im 13. Jahrhundert war seine Kultur allgemein verbreitet und noch um 1616 kultivierten 300 thüringische Dörfer Waid. Dann ging die ausgedehnte deutsche und französische Waidindustrie, außer Stande, die Konkurrenz mit dem ostindischen Indigo aufzunehmen, zugrunde. Trotzdem wird Waid auch heute noch kultiviert und zwar hauptsächlich behufs Verwendung in der sogenannten Waidküpe. Unter dieser versteht man bekanntlich nicht bloß das Gefäß, sondern auch die Flüssigkeit, in welcher Waren durch Indigo bzw. Indigoweiß gefärbt werden. In der Waidküpe handelt es sich hauptsächlich um die Reduktion des beigefügten Indigo durch einen Gärungsprozeß, der durch den Waid und andere organische Substanzen (Kleie, Urin) ermöglicht wird.

Für diese Zwecke pflückt man die Waidblätter, legt sie aufeinander, schützt sie vor Regen und Sonne und kehrt sie öfters um, damit sie nicht welk werden. Sodann werden die Blätter zermahlen, Ballen etwa 1 Pfund schwer daraus gemacht, die Ballen öfters bis $^2/_3$ m hoch an einem schattigen und bedeckten Ort übereinander geschichtet, zum Trocknen liegen gelassen und dann zu großen runden Ballen geformt, die dann neuerdings getrocknet und schließlich für die Waidküpen in den Handel gebracht werden. C. F. Scherf, Neuer Schauplatz der Künste und Handwerke. 120. Bd. Weimar 1842 (Waidindigküpe), p. 126. Vgl. ferner E. Bancroft, Neues englisches Färbebuch aus dem Englischen übersetzt und herausgegeben von Buchner, Dingler und Kurrer. Nürnberg 1817, I, p. 336ff.

Isatis lusitanica L. Liefert ebenfalls Indigo. Bancroft, l. c., I, p. 337.

4. Papilionaceen.

Indigofera. Unter den Indigopflanzen nimmt diese Gattung zweifelsohne den ersten Rang ein. Sie umfaßt etwa 300 in den Tropen verbreitete Arten von denen zum Zwecke der Indigogewinnung folgende Arten verwendet werden:

Indigofera tinctoria L. (malayisch: *Taroe*), auf Java, den Molukken, in Indien und Amerika stark gebaut. Die Heimat dieser Pflanze ist zweifelhaft, sie stammt nach Miquel, Flora v. Nederl. Indië, 1855, I, p. 307, aus Indien.

I. Anil L. Amerika, Japan und Philippinen. Die Form *polyphylla Hassk.* in Asien und dem Archipel, die Form *oligosperma Miqu.* in Amerika, Indien und dem Archipel viel gebaut. Miquel, l. c., p. 307 bis 309.

I. disperma L. Liefert den auf Java zumeist kultivierten Guatemala-Indigo. Bancroft, l. c., I, p. 225.

I. leptostachya DC. Gibt den auf Java stark kultivierten Natal-Indigo. Vgl. den Bericht von Dr. v. Romburgh in »Der bot. Garten zu Buitenzorg auf Java«. Leipzig 1893, p. 371.

Abgesehen von diesen für die Indigofabrikation wichtigsten Arten werden nach Wiesner (Rohstoffe, I. Aufl., p. 661) und anderen noch die folgenden Arten herangezogen:

I. pseudotinctoria R. Br. Gibt nach Simmonds den besten indischen Indigo. Henkel, Die Naturprodukte und Industrieerzeugnisse im Welthandel. Erlangen 1869, I, p. 331.

Nach Duchesne, l. c., p. 272 ff.[1]):

I. angustifolia L. Indien.

I. arcuata Willd. Indien.

I. caroliniana Walt. Nordamerika.

I. cinerea Willd. Indien.

I. coerulea Roxb. Indien. Wird nach Junghuhn, Java, p. 184, auf Java gebaut. Diese Art ist aber nicht im Kew Index angeführt.

I. endecaphylla Willd. Guinea.

I. erecta Thunb. Kap.

I. glabra L. Indien.

I. hirsuta L. (= I. indica Mill.). Indien. S. auch Bancroft, l. c., p. 227.

I. indica Lam. (= emarginata Poir.). Indien.

I. mexicana L. Neugranada.

I. emarginata Poir. In den Senegalländern nach Aubry-Lecomt (Cat. des Col. fr., p. 102) kultiviert.

Galega tinctoria L. (= Tephrosia tinctoria Pers.). Gibt auf Ceylon eine geringwertige Sorte von Indigo. Boehmer, l. c., II, p. 78. Bancroft, l. c., I, p. 246.

---

1) Vgl. auch G. R. Böhmer, Technische Geschichte der Pflanzen usw. Leipzig 1794, **2**, p. 19; ferner G. Watt, The Commercial Products of India. London 1908, p. 660 ff.

Sophora tinctoria L. (= Baptisia tinctoria R. Br.). In Karolina und Pennsylvanien heimisch und vor der Einführung der Indigokultur nach Amerika hier ebenfalls zur Indigogewinnung benutzt. Böhmer II, p. 41.

Crotalaria retusa L.

C. Cunninghamii R. Br.

C. turgida Loisel.

C. incana L. Diese sowie die drei vorhergehenden *Crotalaria*-Arten enthalten Indikan. Molisch II, p. 28.

Lonchocarpus cyanescens (Garapflanze) liefert an der Guineabucht den sogenannten Yoruba-Indigo. Der Tropenpflanzer 1907, Jahrg. XI, p. 729.

5. Polygalaceen.

Polygala tinctoria Forsk. Arabien. Angeblich Indigo liefernd. Duchesne, l. c., p. 286. (Zitiert bei Wiesner, Rohstoffe, 1. Aufl., p. 665.) Böhmer, l. c., II, p. 74.

6. Asclepiadaceen.

Marsdenia tinctoria R. Br. Vorderindien, Borneo, Sumatra. Ebenso wie die folgende Art hier Tarum-akar genannt. Die Pflanze liefert angeblich mehr Indigo als *Indigofera,* weshalb ihr die Einwohner von Sumatra und anderwärts im Archipel den Vorzug geben. Nach Teysmann wird die Pflanze in Westsumatra zum Blaufärben verwendet und in kleinen Bündeln in den Bazars verkauft. Die Zubereitung erfolgt wie bei *Indigofera*[1]). v. Romburgh, l. c., p. 378. Molisch I, p. 10.

M. parviflora Decaisn. Vorderindien, Java. Dient auf Java zum Blaufärben. Miquel, Flora, l. c., p. 492. F. Junghuhn, Java, seine Gestalt, Pflanzendecke usw. Leipzig 1852, I, p. 175.

Nach Miquel, Sumatra, l. c., p. 281 sind diese beiden *Marsdenia*-Arten vielleicht gar nicht verschieden.

Asclepias tinctoria Roxb. und *A. tingens Roxb.,* beide in Indien, liefern einen grünen Farbstoff, von dem aber nicht sichergestellt ist, ob er Indigo ist. Bancroft, l. c., p. 378ff.

7. Apocynaceen.

Wrightia tinctoria R. Br. (= Nerium tinctorium Roxb.). Indien. Roxburgh hat zuerst (1791) darauf aufmerksam gemacht, daß diese Pflanze Indigo liefert. Oriental Repertory. 1791. Roxburgh, Transact. of the Soc. of Arts etc. T. XXVIII. Es sei hier darauf hingewiesen, daß mit dem Namen *Nerium tinctorium hort.* von den Gärtnern *Alstonia*

1) Miquel, Sumatra, seine Pflanzenwelt und deren Erzeugnisse. 1862, p. 81.

scholaris und *Allamanda verticillata* belegt werden, welche beide, wie ich mich überzeugte, keinen Indigo geben.

W. antidysenterica. Diese in Buitenzorg (Java) kultivierte, leider nicht mit Autornamen versehene und von mir untersuchte Pflanze ist gleichfalls zu den Indigopflanzen zu zählen. Molisch II, p. 28.

Echites religiosa T. et Bin. Siam. Gibt Indigo. Molisch II, p. 27.

8. Acanthaceen.

Sericographis Mohintli Nees. Mexiko. Soll Indigo liefern. Henkel, l. c., p. 332.

Ruellia comosa Wall. Assam. Soll den Roum-Indigo liefern. Henkel, l. c., p. 332.

Strobilanthes flaccidifolius Nees. Soll Indigo liefern. Watt, l. c., p. 663.

9. Bignoniaceen.

Bignonia sp. In seiner Reise nach Guinea, p. 140, berichtet Isert, daß die Neger in Popo mit den Blättern einer *Bignonia* und der Wurzel einer *Tabernaemontana* blau färben.

10. Kompositen.

Eupatorium indigoferum Pohl. In Brasilien zur Indigogewinnung verwendet. Pohl, Reise nach Brasilien. II, p. 69. Zitiert bei Wiesner, Rohstoffe. 1. Aufl., p. 667. Im Kew-Index finde ich ein *Eupatorium indigoferum Parodi*, doch weiß ich nicht, ob dieses mit dem früher genannten identisch ist.

E. laeve DC. (E. tinctorium). Paraguay. Soll ebenso wie die folgende Spezies Indigo liefern.

E. lamiifolium H. et B. Chili, Ekuador. G. Dragendorff, Die Heilpflanzen usw. Stuttgart 1898, p. 661.

Adenostemma viscosum Faust. (Verbesina Lavenia L., L. erecta Sw., Ad. tinctorium Cass., Spilanthus tinctorius Lour.). China, Cochinchina. Liefert blaue Farbe. Loureiro, Flora Cochinch., p. 590. Duchesne, l. c., p. 143.

II. Über den Nachweis des Indikans in der Pflanze.

Um Indikan, oder um es allgemeiner zu sagen, um die Muttersubstanz des Indigos nachzuweisen, kann man in folgender Weise vorgehen[1]).

Makrochemisch läßt sich der Nachweis erbringen, indem man kleine Stücken der zu prüfenden Pflanze in einem Proberöhrchen mit

1) H. Molisch I, p. 20.

verdünntem Ammoniak (98 cm^3 Wasser und 2 cm^3 käuflichem Ammoniak) etwa $^1/_2$ Minute kocht, über einen Platinkonus filtriert und dann nach dem Abkühlen mit wenig Chloroform ausschüttelt. Anstatt Ammoniak kann man auch 2 proz. Salzsäure verwenden. Ist Indikan zugegen, dann färbt sich entweder bei Verwendung des Ammoniaks oder der Salzsäure oder in beiden Fällen die Chloroformschicht blau oder violett, weil das beim Kochen entstandene Indigblau vom Chloroform rasch und leicht aufgenommen wird. Da die Muttersubstanz nicht immer dieselbe ist, muß man den Versuch sowohl mit Ammoniak als auch mit Salzsäure machen. Bei *Polygonum tinctorium* z. B. gelingt die Überführung in Indigblau mit Ammoniak nicht, weil hier offenbar die Muttersubstanz des Indigblaues nicht Indikan, sondern ein anderes Indolderivat sein dürfte, wie dies bereits für den Waid nachgewiesen ist.

Mikrochemisch läßt sich folgendes Verfahren nach meinen Erfahrungen[1]) gut verwerten. »Man bringe die Pflanzenteile in ein zylindrisches, mit gut eingeriebenem Stöpsel verschließbares Glasgefäß von etwa 100 bis 200 ccm Volumen, und stelle gleichzeitig auch eine kurze Eprouvette mit absolutem Alkohol oder Ammoniak ein. In dieser Atmosphäre verweilen die Objekte gewöhnlich 24 Stunden. Dünne Pflanzenteile können auch kürzere Zeit darin belassen werden, dickere hingegen (Stengel, Scheinknollen von *Phajus* usw.) müssen, wenn sie nicht gehörig zerkleinert worden sind, mehr als einen Tag den Dämpfen ausgesetzt bleiben. Falls mit dem längeren Verweilen in dem Alkoholdampf die Gefahr einer Austrocknung verknüpft sein sollte, kann man ihr passend dadurch vorbeugen, daß man die Innenseite des Glasgefäßes mit nassem Filtrierpapier auskleidet.

Während des Verweilens der Pflanzenteile in der Alkoholatmosphäre erleidet das Indikan in den Zellen eine Zerlegung, was sich z. B. an den weißen Blüten von Calanthe durch eine intensive Blaufärbung und an grünen Organen, z. B. an den Blättern von *Polygonum tinctorium, Calanthe, Phajus* und anderen wegen des das Indigblau deckenden Chlorophyllfarbstoffes durch eine entsprechende Verfärbung zu erkennen gibt. Nach der Behandlung mit den erwähnten Dämpfen legt man die Objekte in absoluten Alkohol ein, um das Chlorophyll zu extrahieren. Sobald dieses weggeschafft ist, gibt sich die Verteilung des Indigblaues, besonders auf weißer Unterlage, durch eine mehr oder minder intensive Blaufärbung zu erkennen.

Zum Zwecke der mikroskopischen Untersuchung bettet man Schnitte oder Bruchstücke der in der eben angegebenen Weise behandelten Pflanzenobjekte entweder direkt oder noch besser nach dem Abspülen in reinem

1) H. Molisch, Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 218.

Wasser in Chloralhydrat (5 Teile Chloralhydrat auf 2 Teile Wasser) ein, worin die Gewebe sich schon aufhellen und das Indigblau deutlich erkennen lassen.«

Diese Methode hat überdies den großen Vorteil, daß man nach der Extraktion des Chlorophylls gewöhnlich schon mit bloßem Auge die Verteilung des Indigblaues in den verschiedenen Organen oder in der ganzen Pflanze übersieht. So läßt ein nach dem erwähnten Verfahren (Alkoholdampf) behandelter blühender Zweig vom Färbeknöterich die Laubblätter, abgesehen von der Mittelrippe und den Seitennerven, tiefblau, die Ochrea, den Stengel und die Blüten aber in ihrer natürlichen Farbe erscheinen. Es leistet somit diese Methode für den Indikannachweis Analoges wie die sogenannte Sachssche Jodprobe für den Stärkenachweis.

Es muß hervorgehoben werden, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, ob man für die Indikanprobe Alkohol, Ammoniak oder Chloroform verwendet, da die verschiedenen Indigo liefernden Pflanzen darauf verschieden reagieren. Daher muß für jede Pflanzenart erprobt werden, womit die Probe ausgeführt werden soll. Bei *Phajus* und *Calanthe* z. B. erhält man die besten Resultate mit Alkohol, hingegen bei *Isatis* (wo als Muttersubstanz des Indigblaues eine Indoxylverbindung vorliegt) nicht mit Alkohol, sondern mit Ammoniak.

Das Indigblau läßt sich auch direkt aus dem Blatte heraussublimieren. Es genügt, ein Stück Blatt von *Phajus* oder *Isatis* zu verreiben und das Gereibsel der Sublimation auszusetzen [1]). Man erhält dann ein Sublimat, bestehend aus bräunlichen Tröpfchen und zahlreichen tiefblauen Kriställchen: Nadeln, Prismen, Spindeln, T-förmige Gebilde, rechtwinklige Täfelchen mit oft so stark eingebuchteten Kanten, daß sie wie Kreuze erscheinen u. a.

Mikroskopisch läßt sich das Indigblau im Zellinhalt gewöhnlich in Form zahlreicher tiefblauer Körnchen oder Kriställchen erkennen, die bald zerstreut oder zu kleinen Häufchen angeordnet herumliegen und die Löslichkeit des Indigblaus erkennen lassen.

Beijerinck [2]) hat darauf aufmerksam gemacht, daß bei gewissen Indikanpflanzen, z. B. bei *Indigofera*, durch die Alkohol- oder Ammoniakprobe nur ein Teil des Indikans in Indigoblau umgewandelt wird. Er erklärt dies so, daß durch den Alkohol oder das Ammoniak nicht nur das Plasma getötet, sondern auch das Enzym zerstört wird, so daß das Indikan nicht zerlegt werden kann. Er schlägt daher vor, die Pflanzenteile zuerst der Luft vollständig zu entziehen, sie hierdurch zu töten

1) Vgl. über die Technik der Mikrosublimation mein Buch: Mikrochemie der Pflanze, l. c., p. 26.

2) M. W. Beijerinck, On the formation of Indigo etc., l. c., p. 125.

und dann erst dem Ammoniakdampf auszusetzen. Dieses doppelte Ziel, das Plasma zu töten und das Indoxyl frei zu machen, erreicht man nach Beijerinck durch völliges Untertauchen der Blätter in Quecksilber. Hierbei sterben die Blätter bald ab, Enzym und Indikan mischen sich und können aufeinander wirken. Bei günstiger Temperatur ist das Indikan nach wenigen Stunden zersetzt, das freigewordene Indoxyl verbleibt im Blatte, und wenn dann die Blätter längere Zeit dem Ammoniakdampf ausgesetzt werden, so bildet sich reichlich Indigblau, das nach Wegschaffung des Chlorophylls mit heißem Alkohol und etwas Salzsäure zur Anschauung kommt. Alte *Indigofera*-Blätter, die nach der Alkoholprobe behandelt ganz farblos bleiben, zeigen nach Beijerinck nach dem Quecksilber-Ammoniak-Experiment eine intensive Blaufärbung.

Sitz des Indikans. Das Indikan kann bei den verschiedenen Indigopflanzen in verschiedenen Organen und Geweben auftreten, doch liegt seine Hauptmasse wohl in der Regel in den Laubblättern, zumal in den jungen, sich noch entfaltenden. Innerhalb des Laubblattes findet sich das Glykosid gewöhnlich im chlorophyllführenden Mesophyll und in der Oberhaut. Die Wurzel enthält wenig oder kein Indikan, Samen und Frucht sind bei den untersuchten Arten frei davon[1]).

Das Indikan wird in der Zelle gewöhnlich durch ein Ferment gespalten, und es ist die Frage, ob Indikan und Ferment in getrennten Elementen oder in ein und derselben Zelle vorkommen, und, wenn das letztere der Fall sein sollte, ob Indikan und Ferment innerhalb der Zelle getrennt lokalisiert erscheinen. Molisch[2]) hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß in Blättern von *Phajus* und *Calanthe*, die der Alkoholprobe, und in Blättern von *Isatis*, die der Ammoniakprobe unterworfen wurden, es hauptsächlich die Chlorophyllkörner sind, die die Blaufärbung aufweisen. Der Grund konnte ein zweifacher sein. Entweder führen die Chlorophyllkörner das Ferment oder das Indikan oder sie enthalten beides. Beijerinck (II, IV) ist nun der Meinung, daß das Plasma das Indikan und die Chlorophyllkörner das Ferment führen, und er stützt sich hierbei auf folgende Versuche (a und b).

a) Ein frischer, nicht zu dünner Querschnitt durch das Blatt einer Indikanpflanze *(Phajus grandiflorus)*, wird in eine siedende Mischung von konzentrierter Salzsäure und Eisenchlorid getaucht. Das Indikan wird darin sofort zersetzt, und das freigewordene Indoxyl wird rasch zu Indigblau oxydiert, das sich im Mikroskop in Form blauer Körnchen, ausschließlich im Plasma des grünen Parenchyms und der Epidermis zu erkennen gibt. — Werden lebende Schnitte in eine siedende Mischung

1) Molisch I, p. 288.

2) H. Molisch, Über das Vorkommen von Indikan im Chlorophyllkorn der Indikanpflanzen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. **17** (1899), p. 228.

von konzentrierter Salzsäure und Isatin eingetaucht, so geht das Indikan in Indigrot über und dieses setzt sich gleichfalls im Plasma in Form roter Kristallnadeln ab. Das Indikan hat daher nach Beijerinck ausschließlich seinen Sitz im Plasma.

b) Werden mikroskopische, lebende Schnitte in eine Indikanlösung (Dekokt von *Indigofera* oder *Polygonum*) getaucht, so werden sie in kurzer Zeit schwärzlichblau, und die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß sich das Indigblau nur in den Chlorophyllkörnern des grünen Mesophylls und in den Schließzellen der Epidermis niederschlägt. Tötet und extrahiert man aber die Schnitte vorher mit Alkohol, so breitet sich das Enzym in der Zelle aus, und wenn dann die Schnitte in eine Indikanlösung getaucht werden, so färben sie sich gleichmäßig intensiv blau. Daraus schließt Beijerinck, daß das Ferment seinen Sitz ausschließlich in den Chromatophoren hat, und dasselbe gilt nach ihm auch für das Ferment des Waids, der Isatase, die die Spaltung der Indoxylverbindung bewirkt.

Bei der Wiederholung seines unter a) geschilderten Versuches fand ich jedoch nicht bloß das Plasma, sondern auch die Chlorophyllkörner oft intensiv blau gefärbt, weshalb mir die Frage über den Sitz des Indikans innerhalb der Zelle noch nicht vollständig geklärt erscheint. —

Mit dem mikrochemischen Nachweis des Indikans hat sich in letzter Zeit auch Leake[1]) beschäftigt, sein Verfahren ist aber leider so kompliziert und umständlich, daß ich mich mit dem Hinweis darauf begnügen muß[2]).

III. Die Gewinnung des Indigo.

Bekanntlich enthalten die lebenden Indigopflanzen den Indigo nicht fertig gebildet, sondern nur seine Muttersubstanz, zumeist das Indikan, ein Glykosid, welches nach dem Absterben der Blätter unter dem Einflusse eines Fermentes zunächst in eine Zuckerart und Indoxyl und weiter durch Oxydation des letzteren in Indigblau übergeführt wird.

Eine rationelle Indigoerzeugung wird immer darauf hinarbeiten müssen, das Indikan bzw. das Indoxyl aus der Pflanze zu extrahieren, um dasselbe außerhalb der Pflanze in Indigo überzuführen. Die Art und Weise, wie dies geschieht, ist nicht immer dieselbe, ist zu verschiedenen Zeiten verschieden gewesen und wurde bisher oft in wesentlichen Punkten ohne die nötige wissenschaftliche Grundlage beschrieben. Da ich während meines Aufenthaltes auf Java speziell die Indigobereitung zum

1) H. M. Leake, The localisation of the Indigo-producing Substances in Indigo-yielding Plants. Annals of Botany 1905, Vol. XIX, p. 297.

2) H. Molisch, Mikrochemie usw., l. c., p. 221.

Gegenstande meiner Studien gemacht habe und in Klatten (Mitteljava), dem Zentrum der javanischen Indigokultur, mit welchem 1897 46 Indigounternehmungen verbunden waren, Gelegenheit hatte, die Indigobereitung an Ort und Stelle kennen zu lernen, so will ich diese nach meinen eigenen Beobachtungen und Aufzeichnungen schildern[1]).

Die *Indigofera*-Samen werden — man verwendet derzeit gewöhnlich Natal-, seltener Guatemala-Indigo, von denen es sehr zahlreiche Varietäten gibt — entweder direkt auf dem Felde ausgesät, oder man zieht auf besonderen Beeten junge Pflanzen heran, die dann auf den Acker überpflanzt werden, und zwar $^2/_3$ m voneinander entfernt. Gedüngt wird ausschließlich mit dem ausgelaugten Laub von *Indigofera*. Beiläufig 100—120 Tage nach der Überpflanzung kann bereits geerntet werden, und nach diesem zumeist im November erfolgenden ersten Schnitt kann dann im Januar noch ein zweites Mal und anfangs März noch ein drittes Mal geschnitten werden. Darauf baut man Reis oder man läßt die Pflanzen, falls noch auf den vierten Schnitt gerechnet wird, weiter wachsen.

Das Indigoergebnis bei den verschiedenen Ernten ist nicht gleich, denn unter normalen Verhältnissen verhalten sich die von denselben Pflanzen gewonnenen Ernten wie 5 : 4,5 : 3. Ist die Entwicklung der Saat vor dem ersten Schnitt durch Trockenheit stark gehemmt, so kann die zweite Ernte ergiebiger ausfallen als die erste.

Die zum Extrahieren bestimmten belaubten Sprosse werden zeitlich morgens 5 Uhr geschnitten und rasch auf Wagen in die Fabrik gebracht. Die geernteten Sprosse sind $^1/_2$—1 m oder darüber lang. Manche Pflanzer lassen am Strauche einen Sproß stehen, weil sonst die zurückbleibenden Aststummel stark bluten.

In der Fabrik angekommen, werden die Zweige in große, wohl auszementierte, rechteckige Steinbassins schief aufrecht dicht übereinander geschichtet, die oberste Lage mit einigen Bambusrohren bedeckt, auf welche senkrecht dazu schwere Druckbalken zu liegen kommen, um die Sproßmasse unter Wasser niederzuhalten. Ist die Arbeit so weit gediehen, so läßt man hierauf das Wasser in die Bassins einlaufen, bis die ganze Blattmasse unter Wasser taucht und das Wasser etwa 10 cm

1) Über Indigobereitung vgl. Molisch II, p. 14, l. c. — Roxburgh, Transact. of the Soc. of Arts etc., T. XXVIII. — Miquel, Flora **1,** l. c., p. 300. — H. Semler, Die tropische Agrikultur **2,** p. 556 ff. — v. Romburgh, l. c., p. 371. — Perrottet, Die Indigofabrikation. Aus dem Französischen von Schmidt. 1844. — Beauvais-Raseau, L'art indigotier. — Dépierre, Über die Bereitung des Indigo in Pondichéry und an der Küste in Koromandel. Bulletin de Rouen. 1876, p. 434. — A. Köchlin-Schwarz, Bullet. de la soc. indust. de Mulhouse **28,** p. 307. — G. Watt, l. c. Derselbe, A Dictionary of the Economic Products of India. 1890, Vol. VI, p. 383.

über die Pflanzen emporragt. Die Bassins sind ziemlich groß. Ein von mir gemessenes war 15 Schritte lang und 10 Schritte breit. Sie liegen im Freien und sind bloß durch ein Dach gegen Regen und Sonne geschützt. Auf Java wird in den meisten Fabriken dem in die Bassins eingelassenen Wasser eine gewisse Menge Kalk zugesetzt. Und zwar wird entweder Wasser von gewöhnlicher Temperatur oder auf den Vorschlag von van Lookeren-Campagne Wasser von über 50° (der genaue Temperaturgrad ist Fabrikgeheimnis) verwendet.

Der Kaltwasserbetrieb. Selbst wenn man sich des kalten Wassers bedient — dasselbe hatte in einem von mir beobachteten Falle eine Temperatur von 25,3° C — vollzieht sich der Indikanaustritt relativ sehr schnell, nämlich nach 6—9 Stunden. Die Flüssigkeit ist am Ende der Extraktion oberflächlich klar und nicht auffallend gefärbt. Eine von der Oberfläche geschöpfte Eprouvette zeigt eine schwache Fluoreszenz und eine ganz schwache gelbliche Färbung. Anders aber, wenn man das Wasser aus den unteren Schichten aufrührt. Da sieht man sofort Wolken der stark grünblau fluoreszierenden Flüssigkeit aufsteigen, und eine Eprouvette solchen Wassers geschöpft, weist eine stark blaugrüne Fluoreszenz, starke Indikanreaktion und im durchfallenden Lichte eine gelblichgrüne Farbe auf.

Der auffallend rasche Austritt des Indikans beruht auf dem Absterben der Blattzellen infolge von Sauerstoffmangel[1]). Die Blätter ersticken, wodurch ihr Protoplasma für das Indikan permeabel wird. Da sie in der Tiefe des Wassers begreiflicherweise weniger Sauerstoff zur Verfügung haben als oben, so sterben sie unten früher ab, und dies ist der Grund, warum die unteren Flüssigkeitsschichten sich viel früher mit Indikan beladen als die oberen.

Man hat es bisher als selbstverständlich betrachtet, daß es sich hier um einen Gärungsprozeß handelt, bei dem bestimmte Bakterien eine sehr wichtige Rolle spielen[2]). Allein in den Fermentierbassins finden sich selbst nach 8—10stündiger Extraktion so gut wie keine Bakterien. Würden diese die Spaltung des Indikans in Indoxyl und Zucker besorgen, so müßte ihre Menge eine sehr große sein, ihre Zahl ist aber sicher eine sehr geringe und nach meinen mikroskopischen Beobachtungen nicht oder unbedeutend größer als in dem verwendeten Wasser vor der Zuleitung in die Bassins. Daß die wenigen vorhandenen Bakterien bei dem Prozeß der Indigobereitung keine Rolle spielen, geht auch daraus hervor, daß man in den Fabriken alles tut, um Bakterien ja nicht aufkommen zu lassen, denn so wie die Bassins abgelassen werden, werden diese

1) Molisch II, l. c., p. 3.

2) E. Alvarez, Sur un nouveau microbe, déterminant la fermentation indigotique et la production de l'indigo bleu. Comptes rendus **105** (1887), p. 286—289.

auf das sorgfältigste mit Karbolsäure gereinigt! Wird dies verabsäumt und die Reinlichkeit vernachlässigt, dann treten reichlich Bakterien auf, es tritt, wie der Javaner sich ausdrückt, »Moeroeh« (sprich Muruh) auf, d. h. die Indigobildung unterbleibt völlig oder nahezu ganz, weil durch auftretende Bakterien andere, die Indigoentstehung hemmende Umsetzungen um sich greifen.

Nach 8—10 stündigem Aufenthalt im Extraktionsbassin wird das Wasser abgelassen. In mächtigem, grünlichem Strom ergießt sich der Extrakt in ein anderes Bassin, schon nach wenigen Minuten bildet sich himmelblauer Schaum, Klopfer, welche an einer Längsachse befestigt sind, setzen sich in kreisende Bewegung, tauchen ein, erheben sich beladen mit Flüssigkeit, um diese gleich darauf wieder ablaufen zu lassen, kurz es wird die Flüssigkeit in sehr praktischer Weise ordentlich mit Luftsauerstoff in Berührung gebracht und hierdurch das gesamte Indoxyl in etwa 2 Stunden in Indigo übergeführt. Malayische Arbeiter zerteilen, am Rande des Bassins stehend, mit Schaufeln, den während des Klopfens sich an der Oberfläche bildenden Schaum, wodurch die Durchlüftung ebenfalls gefördert wird. Erwähnt sei ferner, daß die aus den Extraktionsbassins ablaufende Flüssigkeit unmittelbar vor ihrem Eintritt in die Klopfbassins (Schlagkufen) mit Ätzkalklösung vermischt wird, eine Prozedur, die die Indigobildung und dessen Abscheidung in hohem Grade fördert.

Der in den Klopfbassins abgesetzte Rohindigo oder, wie der technische Ausdruck lautet, die »Rohpappe« wird auf Filtern zum Abtropfen gebracht, mit Wasser ausgelaugt, oder gekocht und nunmehr noch einer gründlichen chemischen Reinigung unterworfen, das gereinigte Produkt in Form kleiner Ziegel gepreßt und schließlich in künstlich gewärmten Kammern getrocknet.

Warmwasserbetrieb. In den Fabriken Javas fängt man seit einigen Jahren an, nicht mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur, sondern mit Wasser von über 50° zu extrahieren. Die Erfolge sind, wie ich mich überzeugte, sehr gute und die ganze Prozedur eine wesentlich beschleunigte, da die Extraktion des Indikans in viel kürzerer Zeit erfolgt. Während bei dem Kaltwasserverfahren das Blatt das Farbstoffglykosid erst abgibt, wenn es keinen Sauerstoff mehr hat und aus diesem Grunde abstirbt, wird das Blatt in dem warmen Wasser nach ganz kurzer Zeit, sobald es die höhere Temperatur des Wassers angenommen hat, vom Tode ereilt. Daher sieht man denn auch die Flüssigkeit schon nach der ersten Viertelstunde infolge des Indikanaustrittes blaugrün fluoreszieren. Die Blätter bleiben nur etwa 3—5 Stunden im warmen Wasser; während dieser relativ kurzen Zeit ist die Extraktion des Glykosids infolge der höheren Temperatur, die bis zum Schlusse der Mani-

pulation sich auf beträchtlicher Höhe hält, beendigt. Im übrigen gleicht der Warmwasserbetrieb ganz dem Kaltwasserverfahren.

Obwohl zahlreiche Bakterien und andere Pilze das Vermögen besitzen, Indikan zu spalten und Indigblau daraus zu machen, wird die Spaltung bei der geschilderten Indigogewinnung nicht durch Bakterien, sondern durch ein in den Zellen vorhandenes Ferment bewirkt[1]). Nach den Untersuchungen von L. Bréaudat[2]) kommen bei *Isatis* und *Indigofera* 2 Fermente vor, eines, welches das Indikan spaltet, und ein zweites, welches das Indigweiß oxydiert.

Die fabriksmäßige Indigobereitung auf Java ist — abgesehen von dem Austritt des Indikans aus den infolge von Sauerstoffmangel absterbenden Blättern — ein rein chemischer und kein physiologischer Prozeß. Die Indigofabrikation auf Java beruht demnach nicht auf einem Gärungsprozeß. Dieses Ergebnis wurde später bestätigt von Schulte[3]).

An anderen Orten wird der Indigo auch aus getrockneten Blättern gewonnen[4]). Die Pflanzen werden bei schönem Wetter geschnitten, zwei Tage lang im Sonnenschein getrocknet, gedroschen, um die Blätter von den Stengeln zu trennen, und in Magazinen aufbewahrt. Nach einwöchentlicher Lagerung haben die Blätter ihre grüne Farbe verloren und ein lichtes Blaugrau angenommen. Während die Blätter, bevor sie diesen Farbenübergang aufweisen, bei Extraktion mit Wasser kein Pigment abgeben sollen, tut dies das blaugraue Laub in hohem Grade. Derartige Blätter werden in einer Kufe mit der 6fachen Menge von Wasser eingeweicht und zwei Stunden unter fortwährendem Umrühren darin belassen. Nach dieser Zeit wird das grün gewordene Mazerationswasser in die Schlagkufe eingelassen, in welcher der Indigo in der beschriebenen Weise erzeugt wird.

Ebenso wie bei *Indigofera* hatte man früher auch beim Waid den Indigofarbstoff entweder direkt aus den frischen Blättern oder auf den Vorschlag von Heinrich[5]) in vorteilhafterer Weise vermittelst der Extraktion abgewelkter oder trockener Blätter gewonnen.

---

1) Molisch II, l. c., p. 20. — M. W. Beijerinck, On Indigo-Fermentation. Kon. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. 1900, p. 503.

2) L. Bréaudat, Sur le mode de formation de l'indigo. Comptes rendus. 14 novembre 1898. Ferner derselbe, Nouvelles recherches sur les fonctions diastasiques des plantes indigofères. Ebenda 12. Juni 1899.

3) A. Schulte, Indigokultur und Fabrikation in Britisch-Indien. Der Tropenpflanzer **6**, 1902, p. 70.

4) G. v. Georgievics, Der Indigo vom praktischen und theoretischen Standpunkte. Leipzig und Wien 1892, p. 18.

5) J. B. Heinrich, Abhandlung über die Kultur des Waids und die Indigobereitung aus demselben. Wien 1812, p. 39ff.

In ganz anderer Weise wird in Japan aus dem Färbeknöterich, *Polygonum tinctorium*, Indigo bereitet. Professor Rein, der gründliche Kenner Japans, berichtet darüber folgendes[1]: »Die Blätter breitet man an der Sonne zum Dörren aus, und zwar oft ohne jede Unterlage vor den Häusern, so daß der Straßenstaub nicht ausgeschlossen bleibt. Sie werden dadurch mattdunkelgrün und kommen in diesem Zustande in Strohseilsäcke zur Aufbewahrung für weitere Behandlung. Diese erfordert 70—80 Tage Zeit und unterscheidet sich dadurch und sonst sehr wesentlich von den kurzen Mazerationsprozessen, durch welche man anderwärts aus anderen Gewächsen Indigo gewinnt. Es ist eine Art Gärungsprozeß, welcher mit viel Geschick und Aufmerksamkeit geleitet werden muß. Dabei werden die Blätter mit einer bestimmten Menge Wasser benetzt und gemengt, dann ausgebreitet und 3—5 Tage lang mit Matten bedeckt sich selbst überlassen. Hierauf wiederholt man dies Verfahren im ganzen 9—20 mal, bringt die Blätter schließlich in einen hölzernen Mörser, in welchem man sie während zweier Tage in eine teigige Masse von dunkelblauer Farbe verarbeitet. Man macht daraus Ballen (Aitama) von der Dicke der Billardkugeln und darüber und bringt sie so in den Binnenhandel. Es ist dies Indigo mit vielerlei Verunreinigungen, wie er allgemein zum Blaufärben dient.« Aus dieser Schilderung ist zu ersehen, daß das in Japan übliche Verfahren ein sehr primitives, ungemein langwieriges und vom theoretischen Standpunkt wohl leicht zu verbesserndes ist. Beim Eintrocknen der Blätter wird, nach meinen mit selbst gezogenen *Polygonum*-Pflanzen gemachten Erfahrungen, ein großer Teil des Indikans unter dem Einfluß des Zellinhaltes (Fermentes) innerhalb der Zellen als Indigo abgeschieden. Bei der Gewinnung eines halbwegs reinen Produktes wäre aber in erster Linie darauf hinzuarbeiten, das Indikan auszuziehen und außerhalb des Blattes in Indigo überzuführen. In der Tat wird nach der Einführung (1835) der *Polygonum*-Indigokultur in den russischen Besitzungen des Kaukasus aus dem Färbeknöterich der Farbstoff bereits nach dem angedeuteten Prinzip gewonnen, d. h. das Indikan wird, wie bei anderen Indigopflanzen, durch Einlegen der jungen Blätter in Wasser zunächst extrahiert.

IV. Physikalisch-mikroskopisch-chemische Charakteristik des Indigo.

Die besseren und besten Indigoarten kommen zumeist in ziegel- oder würfelförmigen Stücken (etwa 6 cm lang) oder in mehr minder großen Bruchstücken in den Handel. An der Oberfläche tragen die Würfel häufig eine mit einer Stampiglie eingeprägte Marke, welche be-

1) J. Rein, Japan, l. c. **2**, p. 205.

sagt, aus welcher Faktorei und aus welcher Gegend die Indigosorte stammt, z. B. I. S. & C. Seetulpore.

Alle Würfel und Ziegel, die ich gesehen habe, haben an ihrer Oberfläche einen grauen Anflug, von welchem weiter unten noch die Rede sein wird, und die aus Indien, z. B. aus Bengalen stammenden, lassen außerdem, im Gegensatz zu denen aus Java, auf einer oder mehreren Flächen einen netzartigen Eindruck der Leinwand erkennen, auf welcher sie beim Trocknen lagen.

Die Handelsware besteht nicht bloß aus Indigblau, sondern noch aus verschiedenen Beimengungen, welche die Qualität des Indigo mitbestimmen. Indigblau kommt in wechselnden Mengen vor; die besten Sorten enthalten davon 70—90 Proz., geringere Sorten 40—50 Proz. und die geringsten oft nur etwa 20 Proz. Neben Indigblau treten auf: Indigrot, Indigbraun, Indigleim und Aschesubstanzen. Wurde der Indigo bei seiner Bereitung nicht gekocht, so enthält er noch einen gelben Extraktivstoff, der, in größerer Menge vorhanden, dem Indigo einen grünen Stich verleiht.

Je nach dem Aussehen werden die verschiedenen Sorten als Superfeinblau, Feinblau, Blauviolett, Purpurviolett usw. bezeichnet. Die meisten Arten sind dunkelblau, von gleichmäßigem Korn, haften an der Zunge und nehmen beim Ritzen mit einem Glassplitter oder dem Fingernagel einen schönen Kupferglanz an. Frische Bruchflächen zeigen bei guten Sorten einen purpurblauen Reflex. Bei der Beurteilung der Güte kommt nicht so sehr der Kupferglanz und das spezifische Gewicht in Betracht, sondern in erster Linie die Struktur. Gute Sorten sind dicht, dabei spezifisch leicht und nicht hart. Sie sind nicht körnig, sondern von fein teigiger Beschaffenheit. Guter Indigo verbrennt leicht unter Entwicklung von Purpurdampf und Zurücklassung nicht grauer, sondern rostfarbiger Asche. Die angeführten Merkmale können nur zur beiläufigen Orientierung dienen, eine genaue Wertbestimmung des Indigo fußt stets auf genauer Feststellung des Gehaltes an Indigblau.

Verreibt man eine kleine Probe von Indigo unter sanftem Druck des Deckglases mit Wasser, so erblickt man im Mikroskop eine Unzahl kleiner blauer Pünktchen und Bröckchen. Von kleinen, eben noch sichtbaren Körnchen, die in lebhafter Brownscher Molekularbewegung begriffen sind, bis zu kleinen Bröckchen und größeren unregelmäßigen Brocken finden sich alle Übergänge vor (Fig. 92).

Als nahezu konstanten Bestandteil des aus *Indigofera* erzeugten Indigo finde ich in solchen Präparaten die Haare des genannten Strauches. Die Stengel und gefiederten Blätter von *Indigofera* (*Anil, tinctoria* usw.) sind mit sehr charakteristischen Haaren von der Form eines niedrigen T bedeckt, die man zumal an der Unter-

seite der Fiederblättchen schon mit der Lupe als weißliche Striche wahrnehmen kann. Die Striche liegen zumeist parallel zur Längsachse des Fiederblättchens (Fig. 90).

Über die Gestalt und die Befestigung des Haares gibt die Fig. 91 Aufschluß. Diese stellt ein Stück des Blattquerschnittes dar. Er zeigt die obere und untere Epidermis e e_1 mit den Spaltöffnungen s und das dazwischenliegende chlorophyllreiche Mesophyll, bestehend aus dem Palisadenparenchym p, dem Schwammparenchym sp und den relativ großen Gerbstoffzellen g. Unterseits liegt ein mit rundlichen Höckern versehenes T-Haar eingesenkt, das auf einer kurzen, derben Stielzelle aufsitzt. Bei der Bereitung des Indigo lösen sich viel Haare von der Pflanze ab und kommen dadurch in den Farbstoff hinein.

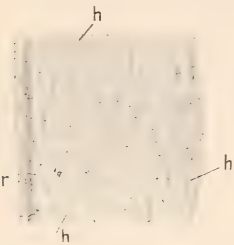


Fig. 90. Stück der Unterseite eines Fiederblättchens von *Indigofera Anil* im Lupenbilde. h Haare, annähernd parallel zum Mittelnerv r gelegen.

Man findet die T-Haare leicht, wenn man eine kleine Probe Indigo auf dem Objektträger mit einem Tropfen Salpetersäure verreibt. Die Salpetersäure macht die Haare, weil sie den dunklen Indigo entfärbt bzw. braungelb färbt, so deutlich, daß man bei vielen

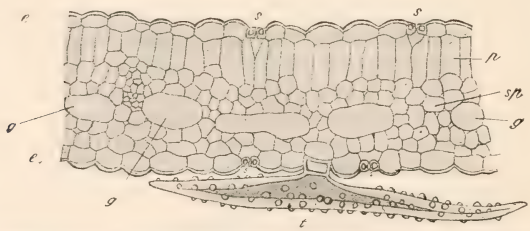


Fig. 91. *Indigofera Anil.* Blattquerschnittstück. Vergr. etwa 250 mal. e e_1 Epidermis. s Spaltöffnungen. p Pallisaden-, sp Schwammparenchym. g Gerbstoffzellen. t T-Haar.

Haaren noch die Ansatzstellen bemerken kann (Fig. 92). In Fig. 93 ist ein solches Haar stärker vergrößert abgebildet.

Ich mache auf dieses Leitfragment besonders aufmerksam, weil es ein sicheres Kriterium abgibt für die Anwesenheit von *Indigofera*-Indigo, und weil es in Zukunft ein gutes Unterscheidungsmittel wird abgeben können zwischen natürlichem *(Indigofera-)* Indigo und Kunstindigo. —

Die Oberfläche der Indigowürfel und -ziegel erscheint regelmäßig grau angelaufen. Unterm Mikroskop läßt sich leicht feststellen, daß das graue Häutchen großenteils aus Pilzen besteht, die sich zur Zeit,

als die Ziegel noch feucht waren, hier angesiedelt haben (Fig. 94). Man findet gewöhnlich ziemlich große, braune Sporen *a* mit vorspringenden netzartigen Verdickungen der Außenmembran, tiefbraune Sporen *b* mit glatter Haut, farblose runde Sporen *c* und endlich gelbbraune *d*, die

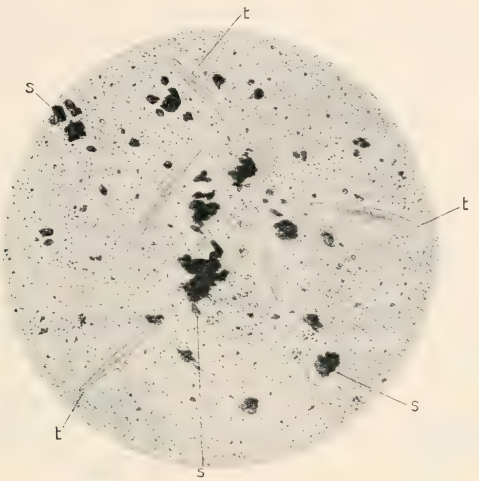


Fig. 92. Mikroskopisches Präparat von Indigopulver mit Salpetersäure behandelt. Zwischen den zahllosen Indigokörnchen gröbere Brocken Indigo *s* und fünf T-Haare *t*. Vergr. etwa 100 mal.

letzteren oft zu Hunderten in Brocken von Pilzgeweben eingebettet. Dazwischen liegen Fragmente mehrzelliger Pilzfäden, von Indigokörnchen

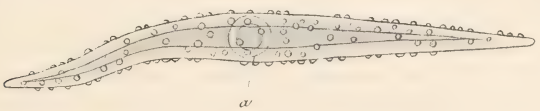


Fig. 93. Ein T-Haar aus Indigopulver, stärker vergrößert (300 mal), bei *a* die Ansatzstelle.

oft über und über bedeckt, daher blau erscheinend *h*. Auch Bakterien in Kokkenform können an der Zusammensetzung von solchen grauen Häutchen teilnehmen. All die genannten Pilzbestandteile können auch im Innern der Indigowürfel, jedoch hier immer viel spärlicher, auftreten. —

Neben dem Indigblau finden sich im Indigo Indigleim und zwei Farbstoffe vor: Indigrot und Indigbraun.

Indigleim stellt eine gelblich glänzende Masse dar, welche in Wasser, verdünnten Säuren, Alkalien und Weingeist löslich ist und durch Gerbsäure gefällt wird.

Indigbraun ist braun, amorph, unlöslich in Wasser und verdünnten Säuren, in Alkohol sehr wenig, in Alkalien aber leicht löslich.

Indigrot erscheint als eine braunrote, amorphe Masse, welche in Weingeist und Äther, nicht aber in Wasser, Alkalien und verdünnten Säuren löslich ist.

Das Indigblau (Indigotin) $C_{16}H_{10}N_2O_2$ bildet, auf nassem Wege dargestellt, ein amorphes blaues Pulver, das beim Reiben den dem Indigo eigentümlichen Kupferglanz aufweist, durch Sublimation erhalten, liefert es purpurfarbige, blätterige Kristalle, die im durchfallenden Lichte tief dunkelblau erscheinen. Das Indigblau ist geruch- und geschmack-

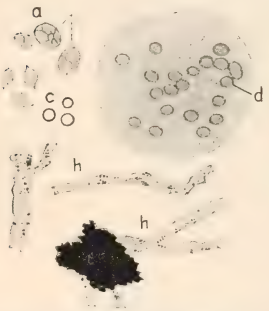


Fig. 94. Pilzfäden und Pilzsporen von der Oberfläche eines Indigowürfels. Vergr. etwa 250 mal.

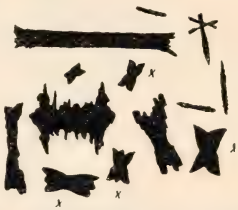


Fig. 95. Indigblaukristalle, durch Sublimation erhalten. Die x-Form besonders charakteristisch. Vergr. etwa 250 mal.

os, unlöslich in Wasser, Äther, verdünnten Säuren und Alkalien, wenig löslich in heißem Weingeist und Terpentinöl, hingegen relativ leicht löslich in Steinkohlenbenzin, Chloroform und Petroleum, und zwar in blauer Farbe. Aus heißem Terpentinöl und Anilin erhält man wohlausgebildete blaue Kristalle. Bei vorsichtigem Erhitzen auf 290° verflüchtigt sich das Indigblau in purpurfarbenen Dämpfen, die sich zu charakteristischen, in der Fig. 95 abgebildeten Kristallen kondensieren.

Das Indigblau hat die Eigenschaft, mit reduzierenden Substanzen farbloses Indigweiß zu liefern, $C_{16}H_{12}N_2O_2$, welches in Alkalien und alkalischen Flüssigkeiten sich leicht löst und bei Luftzutritt sich wieder zu unlöslichem Indigblau oxydiert. Von dieser Eigenschaft wird in der sog. Küpenfärberei ausgedehnter Gebrauch gemacht, indem man die zu färbenden Stoffe mit der in einer Küpe bereiteten Indigweißlösung tränkt und dann wieder der Luft aussetzt, wobei sich die Faser ohne Beize blau färbt.

Indigblau wird bereits in der Kälte durch konzentrierte Schwefelsäure mit schön blauer Farbe unter Bildung von Indigblaumono- und -disulfonsäure gelöst. Verdünnt man diese Lösung mit Wasser, so fällt die Monosulfonsäure heraus, während die Disulfonsäure $C_{16}H_8(HSO_3)_2N_2O_2$ in Lösung bleibt. Diese Säure wurde früher in ausgedehntem Maße in der Sächsischblaufärberei verwendet. Man verfuhr dabei in der Weise, daß man die Wolle etwa einen Tag lang in einer Lösung von schwefelsaurem Indigo liegen ließ, dann herausnahm und abtropfen ließ und mit einer alkalischen Flüssigkeit kochte. Die so erhaltene Farbstofflösung (»Bläue« oder »abgezogenes Sächsischblau«) diente zum Färben von Wolle und Seide. Gegenwärtig wird das Natriumsalz der Indigblaudisulfonsäure in Form einer Paste als Indigkarmin vielfach verwendet.

Die Indigblaulösungen geben ein charakteristisches Absorptionsspektrum, ausgezeichnet durch ein Band zwischen D und d, das nach Rot hin scharf abgegrenzt ist.

Die Sublimierbarkeit des Indigblau kann man nach meinen Erfahrungen auch bei mikroskopischen Untersuchungen küpenblau gefärbter Stoffe verwerten, denn wenn man auf einem hohlen Platinblech ein Stück des zu prüfenden Stoffes vorsichtig erhitzt und ein Deckgläschen darüberlegt, so kondensiert sich das Indigblau in Form der in Fig. 95 abgebildeten Kristalle[1]).

Es ist begreiflich, daß man einen so ausgezeichneten und teuren Farbstoff auch vielfach zu verfälschen suchte.

In Indien wird Indigo häufig mit Asche, geschlemmter Erde, Sand, Schiefermehl und Ziegelpulver vermengt. In Ostindien fügt man dem Indigo auch Gummi oder einen Auszug aus der Frucht von *Embryopteris gelatinofera*[2]) *G. Don* (Ebenaceae) zu. Die mineralischen Fälschungen lassen sich durch den hohen Aschengehalt, die beiden letzteren Verfälschungsarten durch die leichte Erweichbarkeit und das Schleimigwerden des Indigo im Wasser erkennen.

Zu den in Europa beliebtesten Verfälschungen gehören: Stärke, Dextrin, Leim, Farbstoffextrakte, fein gestampfte blauwollene und seidene Lumpen, Berlinerblau, Ruß und Harz. Handelt es sich um Zusätze organisierter Art, so wird das Mikroskop, in anderen Fällen die chemische Methode Aufschluß erteilen.

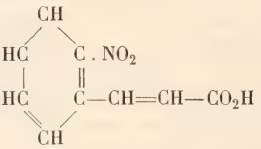
Die erfolgreichen Versuche, welche zur künstlichen Darstellung des Alizarins und damit zur Verdrängung des Naturproduktes, des Farbstoffes des Krapps, vom Weltmarkte geführt haben, haben begreiflicherweise die Chemiker angespornt, auch den Indigofarbstoff künstlich zu

1) Vgl. über die Mikrosublimation des Indigos auch: H. Molisch, Die Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 219.

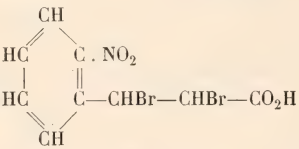
2) v. Georgievics, l. c., p. 28.

erzeugen. Dank den glänzenden Arbeiten Baeyers in München ist dieses Ziel erreicht, auf die Baeyerschen Synthesen sind zahlreiche andere gefolgt[1]), die gleichzeitig darauf abzielen, die Synthese so zu gestalten, daß die Gewinnung des Farbstoffes möglichst billig zu stehen kommt, um die Konkurrenz mit dem Naturprodukt aufnehmen zu können[2]). Fußend auf der Kenntnis der nahen Beziehung des Indigostoffes zum Indol und zu seinen sauerstoffhaltigen Abkömmlingen, dem Oxindol, Dioxindol und Isatin, gelang es 1878 Baeyer, das Isatin und damit den Indigo auf synthetische Weise darzustellen. Zwei Jahre später setzte derselbe Forscher die chemische Welt in Staunen durch die Entdeckung der Indigosynthese aus Orthonitrozimtsäure.

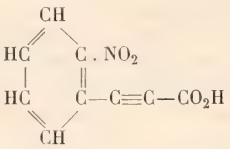
Bei Einwirkung von Salpetersäure auf Zimtsäure $C_6H_5—CH=CH—COOH$ erhält man



Orthonitrozimtsäure, welche bei Behandlung mit Brom in ihr Dibromid übergeht



Beim Erhitzen mit KOH entsteht daraus unter Abspaltung von 2 Molekülen HBr Orthonitrophenylpropiolsäure



und aus dieser bei Behandlung mit reduzierenden Mitteln in alkalischer Lösung Indigblau,

$$2\,C_6H_4(NO_2)C.{\equiv}C—CO_2H + 2\,H_2 = C_{16}H_{10}N_2O_2 + 2\,CO_2 + 2\,H_2O.$$

1) A. Salmony, Eine neue Indigosynthese nebst einer Übersicht über die bisherigen Indigosynthesen usw. Berlin, bei Friedländer & Sohn.

2) A. Reissert, Geschichte und Systematik der Indigosynthesen. Berlin 1898.

Die »Badische Anilin- und Sodafabrik« erzeugt jetzt nach einem Verfahren künstlichen Indigo, der mit dem natürlichen gut konkurrieren kann. Hierbei wird aus Anthranilsäure (o-Aminobenzoesäure) $C_6H_4\begin{cases}NH_2\\CO_2H\end{cases}$ und Monochloressigsäure Phenylglycinkarbonsäure $C_6H_4(CO_2H).NH.CH_2.CO_2H$ erzeugt, die durch Schmelzen mit NaOH in Indoxyl $C_6H_4\begin{cases}NH\\CH\\COH\end{cases}$ übergeführt wird. Aus dem Indoxyl entsteht durch Oxydation mit Luftsauerstoff leicht Indigo.

V. Der Indigo als Handelsware und seine Verwendung[1]).

A. Die Handelsware.

Unter den im Handel befindlichen Indigosorten gibt es zwar eine sehr große Anzahl, allein wenn man nur den Indigo des Weltmarktes im Auge hat, so kommen hierbei bloß Indigo von Indien (Bengalen), Java und Guatemala in Betracht. Außer diesen gibt es noch zahlreiche andere Sorten, diese haben jedoch, wie z. B. der chinesische, afrikanische, der von Jamaika, Karolina, Kuba und Koromandel, nur geringe und lokale Bedeutung und gelangen auf den großen Indigomärkten in Rotterdam, Amsterdam und London gar nicht zur Versteigerung.

In der Handelswelt werden Indigosorten mit gewissen Eigenschaften in bestimmter Weise benannt. So spricht man von

sandigem Indigo, wenn die Stücke im Innern sandige Stellen aufweisen;

fleckigem Indigo, wenn die Stücke mit kleinen weißen oder blauen Punkten besät sind;

havariertem Indigo, wenn die Stücke mit einer schimmelartigen Salzauswitterung bedeckt erscheinen;

verbranntem oder windbrüchigem Indigo, wenn derselbe zu stark getrocknet wurde und daher in leicht zerdrückbare, schwarze Bruchstücke zerfällt; und von

gebändertem Indigo, wenn derselbe verschiedenfarbige Schichten aufweist.

Handelssorten.

Die größte Bedeutung haben der Bengal-, Java- und Guatemalaindigo.

Der Bengalindigo. Bengalen (Indien) mit seinen drei großen Indigoprovinzen Niederbengalen, Béhar und Bénarés ist berühmt durch

1) Vgl. v. Georgievics, l. c.

seine Indigofabrikation. Von hier wird Indigo von verschiedener Qualität und Farbe, von den besten bis zu den gewöhnlichsten Sorten in Kisten von 130—140 kg versandt. Die einzelnen Stücke der besten Ware stellen kubische oder prismatische Ziegel von 5—8 cm Seitenlänge dar. Jeder Ziegel trägt eine Marke, bestehend aus dem Namen des Faktoreibesitzers und des Erzeugungsortes. Gute bengalische Indigoarten sind von dunkelblauer Farbe, von feinem, gleichmäßigem Korn und sind dadurch ausgezeichnet, daß sie an der Zunge haften, sich leicht pulverisieren lassen und beim Reiben mit dem Fingernagel leicht Kupferglanz annehmen. In Ansehen stehen namentlich wegen ihrer guten Verwendbarkeit in der Küpenfärberei die rotvioletten Sorten, welche von glänzendem Bruche, von großer Dichte und Härte sind. Als weniger wertvoll gelten die hellblauen und als besonders geringwertig solche mit einem Stich ins Graue oder Grünliche.

Javaindigo gehört zu den allerfeinsten Sorten, zeichnet sich durch große Reinheit, durch geringe Mengen von Extraktivstoffen, durch seine Leichtigkeit und den ihm eigentümlichen Goldschimmer aus. Sein relativ geringer Farbstoffgehalt rührt von tonigen Beimengungen her. Seine Farbe ist bei den minderen Sorten reinblau oder schwarzblau, bei den besten prachtvoll blauviolett. Die Feinheit und Schönheit der Farbe, die Abwesenheit von kohlensaurem Kalk und die geringe Menge fremder organischer Bestandteile machen ihn namentlich zur Darstellung von Indigokarmin geeignet. Javaindigo wird entweder in prismatische Stücke oder in abgeplattete vierseitige Tafeln geformt und kommt in Ballen, welche die Holländer Fradeln oder Katten nennen, in den Handel.

Guatemalaindigo (amerikanischer Indigo) bildet unregelmäßige Stücke, deren Größe und Gestalt verschieden ist. Sie kommen in Seronen (eiförmigen Säcken aus Büffelhäuten) in den Handel. In der Qualität nähern sich die Arten den geringwertigsten bengalischen Sorten, die besseren werden leider mit schlechteren vermischt. Bemerkenswert ist, daß namentlich die kleinen Stücke abgerundete, wie gedrechselte Flächen und stellenweise ein grünes Häutchen, den sogenannten »grünen Rock«, aufweisen. Die Farbe ist hellblau, rot- oder blauviolett. Die lebhaft blauen, zarten und gleichmäßigen Sorten heißen »Velores«, die weniger schönen »Sobresaliente«.

Neben diesen gibt es noch einige Indigosorten, die von weit geringerer Bedeutung sind und die bloß der Vollständigkeit halber hier angeführt werden sollen:

Ägyptischer Indigo. Große würfelförmige Stücke, leicht, dunkelblau, von glänzendem Strich und glattem Bruch.

Indigo von Isle de France, bestehend aus kleinen Würfeln.

Indigo vom Senegal. Häufig mit erdigen Substanzen verunreinigt, kommt selten in den Handel.

Brasilianischer Indigo. Geringwertig, hart, oberflächlich grünlichgrau, innen kupferrot.

Karolinaindigo, eine der schlechtesten Arten, kleine harte Stücke von graublauer Farbe.

Manilaindigo. Reinblau, mit kohlensaurem Kalk stark verunreinigt, daher mit Salzsäure aufbrausend, geringwertig.

Madrasindigo. Kubische Stücke, leicht, haftet wenig an der Zunge, geringwertig.

B. Die Anwendung des Indigo.

In alter Zeit wurde Indigo mit Gummiwasser fein verrieben als Malerfarbe verwendet. Er wurde auch, da er adstringierend wirken soll, bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts als Arzneimittel verwertet.

Seine überaus ausgedehnte Verwendung in der Färberei verdankt er seiner Eigenschaft, durch Reduktionsmittel in eine lösliche Verbindung, in Indigweiß, übergeführt zu werden, das in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft wieder in unlösliches Indigblau umgewandelt wird. Eine derartige aus Indigo erzeugte Indigweißlösung führt den Namen »Indigoküpe«. Stoffe, die in eine solche Küpe eingetaucht werden, nehmen das Indigweiß auf und färben sich an der Luft infolge der Oxydation des Indigweiß echt blau. Die Methode, in einer solchen Lösung zu färben, nennt man Küpenfärberei. Die Reduktion des Indigblau wird in vielen Fällen durch eine alkalisch gärende Flüssigkeit herbeigeführt, so bei der Waid-, Pottasche-, Soda- und Urinküpe. Man bezeichnet diese Küpen, welche hauptsächlich zum Färben der Wolle dienen, als warme oder Gärungsküpen. Doch wird die Reduktion heute noch durch andere Mittel durchgeführt, so durch Eisenvitriol und Kalk bei der »Vitriolküpe«, durch Zinkstaub und Kalk bei der »Zinkküpe« oder durch Natriumhyposulfit bei der sogenannten »Hydrosulfitküpe«. Diese drei letzteren Verfahren werden als kalte Küpen bezeichnet und dienen hauptsächlich zum Färben vegetabilischer Fasern. — Abgesehen von der Verwendung des Indigkarmins, über welches bereits auf p. 595 das Nötige gesagt wurde, wird Indigo in großem Maßstabe auch in der Kattundruckerei benutzt. Er dient hier entweder als Druckfarbe oder es werden auf indigblau gefärbten Stoffen weiße oder farbige Muster mittelst des Ätz-, Reservage- und Pappdruckes erzeugt.

Kattundruck. Ein sehr häufiges Verfahren besteht darin, daß man Indigo mittelst frisch gefällten Zinnoxydulhydrates, Zuckers und Alkalilauge reduziert, das Indigweiß mit Gummi verdickt, aufdruckt und durch Waschen mit Wasser die aufgedruckte Farbe zur Entwicklung

bringt. Neben dieser Methode gibt es noch andere, darunter auch eine, bei welcher mit künstlichem Indigo gefärbt wird.

Reservagedruck. Gemische von verschiedenen Stoffen (Schutzpapp), welche entweder eine mechanisch oder chemisch reservierende Wirkung ausüben, werden auf weißen Stoff aufgedrückt, um an diesen Stellen die Entwicklung des Indigo zu verhindern. In viel allgemeinerem Gebrauch steht der Pappdruck, bei welchem man die Farbe nicht auf weißen, sondern auf bereits küpenblau gefärbten Stoff aufdrückt. Beim Ätzdruck endlich werden jene Stellen, welche man auf den küpenblau gefärbten Stoffen weiß zu haben wünscht, mit Substanzen bedruckt, welche das Indigblau durch Oxydation zu farblosem Isatin umwandeln.

VI. Die Geschichte des Indigo.

Indigo war zweifellos seit uralter Zeit in Indien bekannt. Noch heute werden in britisch-niederländisch Indien und anderwärts die Indigopflanze und ihr Produkt mit dem alten Sanskritwort Nil, Neel, Anil bezeichnet, was blau bedeutet.

Bei den ausgezeichneten Eigenschaften des Indigo darf es nicht wundernehmen, daß der Farbstoff auch schon den Römern und Griechen bekannt war, doch benutzten ihn diese, da sie ihn nicht aufzulösen verstanden, bloß als Malerfarbe. Bereits Plinius erwähnt, daß das »indicum« aus Indien kommt und häufig mit Taubenkot und anderen Beimengungen verfälscht wird, daß man aber die Echtheit des »indicum« dadurch erweisen kann, daß man die zu prüfende Substanz auf glühende Kohle wirft, wobei das echte »indicum« mit einer Flamme von äußerst schöner Purpurfarbe verbrennt[1]). Die Art und Weise, wie und woraus Indigo gewonnen wird, war Plinius unbekannt, er vermutete, Indigo sei ein natürlicher Schlamm, welcher im Schaume des Meeres gefunden werde und an gewisse, am Ufer des Meeres wachsende Schilfrohre sich anhänge[2]).

Noch zur Zeit des Botanikers Ray (1688) war man über die Herkunft des Indigo noch nicht im klaren, wenn man auch schon die Vermutung hegte, daß der Indigo von einer *Colutea* oder einer damit verwandten Pflanze stamme[3]).

---

1) Bancroft, l. c. **1**, p. 325 ff.

2) Ebenda p. 326.

3) Ebenda p. 328. Bei geschichtlichen Forschungen über Indigo wird zu beachten sein, daß zwischen diesem und dem orientalischen Purpur eine Beziehung zu bestehen scheint. Beim Öffnen der aus dem neunten Jahrhundert stammenden Grabesurne des h. Ambrosius in Mailand fand sich ein mit erdigen Substanzen vermischter Absatz von Farbstoffen, wahrscheinlich vom Gewande herrührend, welcher nach Frapelli, Lepetit und Padulli aus Indigo und Gummilack besteht (Berliner

Es ist von historischem Interesse, daß man noch am Beginne des 18. Jahrhunderts den Indigo in das Mineralreich gestellt hat, denn im Jahre 1705 wurde den Bergwerken im Fürstentum Halberstadt ein Privilegium erteilt, welches diesen den bergmännischen Abbau gestattete[1]).

Obwohl es wahrscheinlich ist, daß schon vor den Reisen der Holländer nach Ostindien Indigo über Ägypten und Syrien nach Italien gebracht und in der Färberei angewendet worden ist, so wurde doch erst durch die Holländer um die Mitte des 16. Jahrhunderts Indigo aus Indien in größerer Menge nach Europa eingeführt und in den Niederlanden zuerst damit gefärbt.

In Europa lieferte seit langer Zeit die Waidpflanze *Isatis tinctoria* denselben Farbstoff. Dioscorides nannte die Pflanze *Isatis*, die Gallier und Germanen *Glastum*. Cäsar teilt im 5. Kapitel des V. Buches de bello gallico mit, daß die Briten ihre Haut damit blau färben, um im Gefechte mehr Schrecken zu verbreiten[2]). Auch in Deutschland wurde mit Waid gewiß schon im 10. Jahrhundert gefärbt und zu diesem Zwecke die Pflanze vornehmlich in Thüringen gebaut. Zentrum des Waidbaues war im 13. Jahrhundert Erfurt und es wird berichtet, daß die Erfurter im Jahre 1290 überall, wo sie Raubschlösser zerstörten, zum Andenken Waid ausstreuten. Noch 1616 wurde in 300 thüringischen Dörfern Waid gepflanzt.

Dieser einst so blühenden Industrie des Waidindigo erwuchs durch die vorhin erwähnte Einfuhr des Indigo aus Indien ein gefährlicher und nicht zu besiegender Konkurrent. Schon während des niederländischen Krieges brachten fliehende Gewerbsleute aus den Niederlanden den Indigo nach England, Frankreich und Deutschland. Da nun der indische Indigo viel bessere Eigenschaften aufwies als der Waidindigo, so begannen die Waidaristokraten, die Gefahr, die dem heimischen Produkte drohte, alsbald erkennend, gegen die Einfuhr Stellung zu nehmen und leiteten eine ungeheuere Agitation ein. Daher die vielen Verbote, mit Indigo zu färben. Zuerst schränkte die Königin Elisabeth seinen Gebrauch in England ein. In Deutschland wurde 1594 und in Frankreich 1609 Indigo verboten

---

Berichte **5** [1872], p. 436). Entgegen der Ansicht der Mailänder Chemiker, das Gewand des h. Ambrosius sei mit Indigo gefärbt gewesen, sucht G. Brizzio (Gazz. chim. 1872, p. 433) zu erweisen, daß alle zugunsten des Indigo ausgeführten Reaktionen ebensogut auf den orientalischen Purpur passen, eine Ansicht, welche Berücksichtigung verdient, da nach A. und G. Negri der aus Murex trecuculus erzeugte Purpur aus zwei Farbstoffen besteht, von denen der eine Indigo ist (Berliner Berichte **9** [1877], p. 84).

1) Böhmer, l. c. **2**, p. 19.

2) Bancroft, l. c. **1**, p. 335.

und auf dieses Verbot sogar die Todesstrafe gesetzt. In Nürnberg mußten die Färber alljährlich schwören, nur mit Waid zu färben[1]).

Wenn auch bereits im Jahre 1737 in Frankreich der Gebrauch des Indigo freigegeben wurde und andere Länder bald darin folgten, so ließ man es selbst bis in unser Jahrhundert nicht an Anregungsmitteln fehlen, dem heimischen Waidindigo mehr Bedeutung zu verschaffen. So wurde die Kontinentalsperre Veranlassung, den Waidindigo mehr fabrikmäßig darzustellen. Napoleon I. erließ 1811 ein Dekret, demzufolge der Waid zum Zwecke der Indigogewinnung in Frankreich gebaut werden sollte, und 1813 ein anderes, wonach der Indigo aus den beiden Indien in Frankreich verboten wurde. Auch in Österreich suchte man die Waidkultur wieder zu heben, ein Beweis dafür ist die Tatsache, daß Kaiser Franz I. dem Dr. J. B. Heinrich ein Geschenk von 50000 fl. für dessen vorgeschlagene Methode[2]), aus dem Waid Indigo zu bereiten, bewilligt hat[3]).

Es verdient ferner hervorgehoben zu werden, daß in Belgien[4]) und in Österreich auch Anbauversuche mit dem Färbeknöterich *Polygonum tinctorium* gemacht worden sind, und daß in Kärnthen und in Böhmen (Krumau) daraus Indigo in ähnlicher Weise wie aus *Indigofera* auf Java durch Einlegen der abgeschnittenen Sprosse in Wasser gewonnen worden ist[5]). Aber ebenso wie die Versuche mit dem Färbeknöterich nur ephemerer Natur waren, so konnte auch der Waidindigo auf die Dauer das siegreiche Vordringen des indischen Indigo nicht aufhalten, denn heute wird ja in Europa fast ausschließlich mit dem letzteren gefärbt.

Gegenwärtig scheint die Geschichte des Indigo einer neuen Wandlung entgegenzugehen: die Indigosynthesen mehren sich von Tag zu Tag, der in Deutschland erzeugte künstliche Indigo stellt sich bereits billiger als der natürliche und kann mit dem letzteren erfolgreich konkurrieren. Als ich im Jahre 1898 mit einem javanischen Indigofabrikanten in Klatten auf Java in seiner Fabrik über die Zukunft des natürlichen Indigo sprach und in Anbetracht der sich immer mehrenden künstlichen Indigosynthesen einen Zusammenbruch oder mindestens einen starken Rückgang der Industrie des natürlichen Indigo prophezeite, schüttelte er verneinend das Haupt und nannte mich einen Pessimisten. Und heute? Es sind noch kaum 15 Jahre vergangen und schon beginnt der natür-

---

1) v. Georgievics, l. c., p. 3.

2) J. B. Heinrich, Abhandlung über die Kultur des Waids usw., l. c.

3) Bancroft, l. c. **1**, p. 345 f.

4) M. Ch. Morren, Mémoire sur la formation de l'indigo dans les feuilles du *Polygonum tinctorium* ou renouée tinctoriale. Acad. royale des sciences et belles lettres de Bruxelles. 1838.

5) J. Dušek, Anleitung zur Kultur des Färbeknöterichs in Mitteleuropa und zur hierländischen Indigobereitung. Prag 1872.

liche Indigo im Wettkampfe mit dem künstlichen zu erliegen und vielleicht droht ihm schon in nicht ferner Zeit zum Schaden der Tropenpflanzer ein ähnliches Schicksal wie seinerzeit dem natürlichen Krapp, dessen Bedeutung, wie bekannt, durch die Synthese des Alizarins völlig vernichtet wurde. Zur Stütze des Gesagten seien folgende Angaben erwähnt, die ich der Zeitschrift »der Tropenpflanzer« entnehme[1]).

Im Jahre 1894/95 dienten in Bengalen 630000 Acres der Indigokultur, 1900/01 noch 300000 Acres, 1904 nur 223100 Acres und 1905 verminderte sich die angebaute Fläche um weitere 52000 Acres.

In den vereinigten Provinzen Britisch-Indiens geht die Indigokultur noch mehr zurück. 1895 waren ungefähr 400000 Acres bebaut, im Jahre 1905 nur noch 18500 Acres.

Das Ergebnis einer guten Kalkuttaernte betrug in früheren Jahren etwa 160000 Maunds, im Jahre 1904 belief es sich auf 39000 Maunds und war 1905/06 auf etwa 20000 Maunds geschätzt.

Das Gesamterträgnis der Indigoernte umgerechnet in 100proz. Ware betrug:

1896/97 über 5000000 kg Indigo
1904/06 etwa 756000 kg Indigo.

Verständlich wird die Abnahme, wenn man bedenkt, daß der Import von Indigo nach Deutschland:

1897 = 1408400 kg; 1904 = 260000 kg

und der Export aus Deutschland:

1897 = 508000 kg; 1904 = 8730000 kg

betrug.

Die Zahlen lassen keinen Zweifel darüber, daß der synthetische Indigo das Naturprodukt schon geschlagen und seinen Siegeszug auf dem Weltmarkt begonnen hat.

---

1) Der Tropenpflanzer **10** (1906), p. 678.

Achter Abschnitt.

Katechugruppe[1]).

In dieser Gruppe vereinigt Wiesner das Katechu mit einigen nahe verwandten Pflanzenstoffen, nämlich mit Gambir und Kino.

Die drei genannten Körper zeigen schon eine gewisse äußere Ähnlichkeit, die sich zunächst in der dunklen Farbe und in einem gummiartigen Aussehen ausspricht. Sie werden entweder durch Auskochung von Pflanzenteilen und durch Eindampfung der so gewonnenen Extrakte erhalten (Katechu, Gambir) oder durch freiwillige Eintrocknung an der Luft der durch Einschnitte zum Ausfließen gebrachten Rindensäfte gewonnen (Kino). In allen drei findet sich Katechin (Katechusäure) und eine durch Kochen aus dem Katechu oder ähnlichen Verbindungen hervorgegangene Substanz vor, welche Eisensalze grün färbt und Leimlösung fällt, also ein Körper, welcher sowohl das Katechu als auch Gambir und Kino ähnlich den bekannten Gerbmaterialien, zum Gerben und Schwarzfärben geeignet macht.

1. Katechu.

Diese Substanz ist in Europa seit dem sechzehnten Jahrhundert bekannt. Eine größere industrielle Bedeutung hat das Katechu jedoch erst von 1827 an erlangt, um welche Zeit man, besonders in Frankreich, es im Zeugdruck zu verwenden begann. Der ältere Name für diese Droge ist Terra japonica.

Das ganze Katechu des Handels wird aus dem Holze der in Indien und auf Ceylon vorkommenden Gerber-Akazie: *Acacia Catechu Willd. (Mimosa Catechu L. fil.)* gewonnen. Es wird noch eine zweite *Acacia*-Art, nämlich *Acacia Suma Krag. (Acacia campylacantha Hochst.)* als katechinreich angegeben; doch wird diese auf Katechu nicht verarbeitet, da ihr Verbreitungsbezirk in Indien ein sehr beschränkter ist. Die Arekapalme *(Areca Catechu L.)*, deren Nüsse wohl auch zu katechuar-

1) Neu bearbeitet von Dr. **K. Mikosch**, Professor der Botanik, techn. Warenkunde und Mikroskopie an der techn. Hochschule in Brünn.

tigen Extrakten verwendet werden, liefert kein Katechu für den Weltmarkt. Die Arekanüsse und deren Extrakte (»Khadirasara«) stehen nur bei den Betelkauern in Verwendung[1]).

Die Erzeugung des Katechu wird vorzugsweise in Hinterindien, in größerem Maßstabe besonders in Pegu (daher Pegukatechu, auch Bombaykatechu genannt) betrieben. Aber auch die Küsten von Koromandel, Bengalen und Ceylon liefern diese Ware. Alles Katechu wird in Rangoon, dem Hafen Pegus, gesammelt und von hier nach Europa und Ostasien ausgeführt. Das Holz der vorhin erwähnten *Acacia*-Arten enthält reichlich Katechin, mitunter soviel, daß sich dieses in Form einer kristallinischen Ablagerung in den Spalten des Stammes vorfindet und in Indien unter dem Namen »Khersal« medizinisch verwendet wird[2]). Auch das in Indien als »Kath« oder »blasses indisches Katechu« bezeichnete Produkt ist wohl nichts anderes als kristallisiertes Katechin, das in der Weise gewonnen wird, daß Zweige in eine heiße konzentrierte Lösung des Akazien-Holzextraktes gehängt werden, wobei sich beim Erkalten der Lösung Kristalle an den Zweigen festsetzen, die gesammelt das erwähnte Produkt liefern[3]). Dieses blasse indische Katechu kommt übrigens selten nach Europa, sondern wird nur von den Eingeborenen beim Betelkauen verwendet.

Die Handelsware wird durch Auskochen des dunkel gefärbten, vom gelblichweißen Splinte befreiten Kernsalzes dargestellt. Semler gibt an, daß wahrscheinlich auch das Splintholz, ja vielleicht sogar die Zweige und Blätter zur Katechugewinnung herangezogen werden[4]). Jedenfalls ist das Kernholz vorzugsweise der Sitz des Katechins. Das Holz der gefällten, entrindeten, vom Splinte mehr oder weniger befreiten Stämme wird klein geschnitten oder zerhackt, in irdenen Töpfen *(»Gharrahs«)* mit Wasser übergossen und daselbst solange gekocht, bis die Brühe dunkel und dickflüssig geworden ist. Nun wird das Extrakt in größere, flache Gefäße übergegossen und so weit eingedampft, daß es beim Erkalten erstarrt. Diese formbare Masse gießt man nun entweder in viereckige Tonformen, oder gießt sie auf eine mit Asche von Kuhmist be-

1) Miquel, Flora von Nederl. Indië **2**, p. 146. — Meyer, Pflanzengeographie, p. 444 ff. — Nach Loureiros Angabe (Flora Cochinch., p. 696) wird die Arekanuß in China zum Färben benutzt und zu diesem Zwecke in ganzen Schiffsladungen von Indien und Cochinchina nach China gebracht. — S. auch Böhmer, l. c. **2**, p. 9. — Nach Flückiger (Pharmakognosie, 3. Aufl., 1891, p. 231) enthalten die Arekanüsse kein Katechin. — S. auch Tichomirow, Pharm. Ztg. f. Kurland, 1894, p. 257 ff. und Lewin, Über Areca Catechu. Stuttgart 1889.

2) Flückiger, l. c., p. 228. — Dymock, Materia medica of Western India. 1885, p. 285.

3) Rupe, Die Chemie der natürlichen Farbstoffe **2**, 1909, p. 90.

4) Semler, Trop. Agrikultur. 2. Aufl., **2** (1900), p. 654.

streute Matte und läßt sie daselbst in der Sonne erstarren. In manchen Gegenden wird das bis zu Teerdicke eingekochte Extrakt in den Töpfen zwei Tage lang stehen gelassen; dann, wenn es knetbar geworden, in Ballen von der Größe einer Orange geformt und zum Trocknen auf Reisspreu oder große Monokotyledonenblätter gelegt, mit welchen Unterlagen die Stücke auch in den Handel kommen. Das gibt aber die schlechteste Sorte Katechu ab. Bessere Qualitäten erhält man nach den beiden vorhin beschriebenen Methoden. Die getrockneten, viereckigen oder unregelmäßig geformten Blöcke, mit einem Gewichte von 35—40 kg, werden oft in die großen Blätter von *Dipterocarpus tuberculatus Roxb.* gefüllt und in Säcken oder Kisten versendet[1]). Das auf diese Weise bereitete Katechu führt in Indien den Namen »Cachou«, bei den Engländern »Cutch«.

Pegukatechu hat eine matte schwarzbraune, stellenweise rötliche oder leberartige Farbe und großmuscheligen Bruch. Die Bruchflächen sind fettglänzend, scharfkantig oder körnig. Katechu ist spröde, wenigstens an der Oberfläche, und undurchsichtig, im Innern bisweilen noch ziemlich weich und dann in dünnen Schichten durchscheinend. (Flückiger, l. c., p. 229.) Im Mikroskop erscheint es rissig und strukturlos. Im Wasser verteilt, bildet es eine z. T. feinkörnige, z. T. kristallinische Masse (Kristallnädelchen aus Katechin bestehend), in welcher ziemlich große, rhomboederähnliche Kristalle von oxalsaurem Kalk, die sich mit ungeänderter Gestalt auch in der Asche nachweisen lassen, und Bruchstücke von Holzzellen auftreten[2]). Flückiger untersuchte ein weißliches Katechu aus Nordindien, das vollständig aus Kristallnädelchen bestehend sich erwies[3]). Wahrscheinlich ist dieses Katechu identisch mit der oben als »blasses indisches Katechu« bezeichneten Katechu-Sorte. Flückiger gibt an, daß man bei der Darstellung dieses Katechu mit besonderer Sorgfalt zu Werke ging, und daß es nur bis zur mäßigen Konzentration eingedampft wurde.

Der Geruch des Katechu ist schwach, der Geschmack bitter und zusammenziehend, mit süßlichem Nachgeschmack.

In kaltem Wasser löst sich Katechu nur unvollständig, in kochendem Wasser fast vollständig auf. Die Lösung ist rötlichbraun, nicht klar und reagiert schwach sauer. Auf Zusatz von Säuren erfolgt Fällung, Eisenoxydsalze rufen schmutzig grüne Niederschläge hervor, Weingeist löst Katechu auf.

---

1) Semler, l. c., p. 655. — Flückiger, l. c., p. 228.

2) Gilson findet im Katechu Holzzellen von *Acacia Catechu* und *A. Suma*. Bull. de la Soc. de Pharm. Bruxelles 1894, p. 214.

3) Flückiger, l. c., p. 229.

Das Katechu besteht aus Katechin (Katechusäure), ferner aus der sogenannten Katechugerbsäure, geringen Mengen von Quercetin, Wasser, kleinen Quantitäten der gewöhnlichen Pflanzenstoffe und mineralischen Bestandteilen.

Das Katechin (Katechusäure) tritt im Katechu teils in amorpher (Wiesner, l. c., p. 182), teils in kristallisierter Modifikation auf; es wurde zuerst von Nees v. Esenbeck[1]) und von Döbereiner[2]) rein dargestellt. Im reinen Zustande bildet es eine weiße, aus seidenglänzenden Nadeln bestehende Substanz, welche sich in kaltem Wasser schwer, in heißem Wasser und Alkohol leicht löst. Die chemische Zusammensetzung des Katechins ist trotz vielfacher Untersuchungen noch nicht vollständig festgestellt; doch lassen die schönen Arbeiten von v. Kostanecki, Lampe[3]) sowie Marschalk[4]) schließen, daß Katechin als 3, 5, 3′, 4′, — Tetraoxydespanol aufzufassen ist. Das Despanol wäre das Leuko-p-benzoylcumaran, die Muttersubstanz des Katechins. —

Ältere Arbeiten über diesen Gegenstand liegen vor von Kraut und van Delden, Hlasiwetz, Etti, Löwe u. a. m.[5]). An der Luft getrocknetes Katechin schmilzt bei 96° C; völlig reines Katechin sintert bei 140° C und schmilzt bei 175—177° C. Aus den Mutterlaugen des Gambirs wurde gleichfalls ein Katechin gewonnen, das jedoch erst bei 235—237° C schmilzt und lufttrocken kein Kristallwasser enthält. Das Akaziakatechin und das Gambirkatechin sind demnach verschiedene, wenn auch isomere Körper[6]). — Die seinerzeit von Gautier[7]) im Katechu vermuteten drei Katechine dürften sich z. T. als Gemische herausstellen. — Der älteren Literatur folgend, fällt Katechin Leimlösung nicht. Charakteristisch für Katechin ist seine Eigenschaft, sowohl im feuchten wie im trockenen Zustande unter Abgabe von Wasser leicht in anhydritartige Verbindungen überzugehen. Etti hat einige derselben dargestellt (l. c.). Das wichtigste Anhydrit des Katechins ist die Katechugerbsäure. Diese ist ein durch Kochen des Katechu aus dem Katechin durch Wasserabspaltung hervorgehender Körper, welcher im reinen Zustande ein rotbraunes Pulver bildet, das in Wasser und Weingeist löslich, in Äther unlöslich ist, aus seiner wässerigen Lösung durch Leim oder Eiweiß gefällt wird, mit Eisenoxydsalzen schmutzig grüne Niederschläge liefert und tierische Haut gut gerbt. Katechugerbsäure wurde gleichzeitig mit

1) Repert. Pharm. **27,** p. 211; **33,** p. 168; **43,** p. 337; **45,** p. 457.

2) Schweigg, Journ. **61,** p. 378.

3) v. Kostanecki, Lampe u. Marschalk, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **40,** p. 3360.

4) Ch. Marschalk, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **43,** p. 1695.

5) Siehe H. Rupe, Die Chemie der natürlichen Farbstoffe **1** und **2.**

6) Journ. chem. soc. **81** (1902), p. 1160.

7) Bull. soc. chim. **30** (1878), p. 567.

Katechin von Nees v. Esenbeck im Katechu entdeckt (l. c.); rein dargestellt und auf ihre Eigenschaften näher geprüft wurde sie von Neubauer[1]). Löwe (l. c.) und Etti (l. c.). — Quercetin und wahrscheinlich auch Quercitrin wurden in ganz kleinen Mengen von J. Löwe im Katechu aufgefunden[2]). Nach Löwe (l. c.) enthalten die Katechuextrakte noch eine Reihe von Stoffen, welche teils während der Vegetation, teils bei der Bereitung des Katechu aus dem Katechin und der Katechugerbsäure, die ja auch nur, wie oben erwähnt wurde, ein Umwandlungsprodukt des ersteren ist, hervorgehen: Katechuretin, Katechuretinhydrat, Oxykatechuretin usw.[3]).

Die Wassermenge des Katechu beträgt nach Wiesner 15, die Aschenmenge 2—4 Proz. Flückiger fand im guten Pegukatechu nur 0,6 Proz. Asche (l. c., p. 121). Katechu wird oft mit schwarzer Erde gefälscht. (Semler, l. c., p. 655.)

Als ein vollständig brauchbarer Ersatz für Katechu wurde von dem französischen Chemiker Piquet das Extrakt der Rinde von *Bruguiera gymnorrhiza Lam. (= Rhizophora apiculata Blme.)*, einer im trop. Asien und Afrika vorkommenden Mangrove-Pflanze (Familie der *Rhizophoraceen*), vorgeschlagen[4]).

Die Verwendung des Katechu ist heute noch immer eine sehr mannigfache. Massenhaft wurde früher Katechu in der Färberei, sowohl Seiden- als auch Baumwollfärberei verwendet. Zurzeit sind an Stelle des Katechu Teerprodukte getreten und zwar Azo- als auch Schwefelfarbstoffe, neben anderen Produkten, wie Küpenfarbstoffe u. a. m. Die chemischen Prozesse, welche beim Färben mit Katechu vor sich gehen, sind noch nicht völlig aufgeklärt. In den meisten Fällen wird die Katechuabkochung erst zum Imprägnieren der Faser verwendet (Adsorption), um dann durch einen nachfolgenden Oxydationsvorgang die Bildung einer unlöslichen braunen Verbindung auf der Faser hervorzurufen[5]). Im Zeugdruck wird Katechu in Gegenwart des Oxydationsmittels auf die Faser gebracht (gedruckt), um dann die Oxydation und hierdurch die Bildung des braunen Körpers durch Einwirkung von Wasserdampf (Dämpfoperation) zu bewirken. Auch in analoger Weise wie Tannin oder andere Gerbstoffe wurde früher Katechu zur Fixation von basischen Farbstoffen verwendet. — Eine wichtige Rolle spielt Katechu auch noch als Gerbmaterial für schwere Ledersorten; es gibt vortreffliches Leder, welches auch schön rotbraun gefärbt ist. Namentlich in der englischen und italienischen

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. **95**, p. 337.
2) Zeitschr. f. analyt. Chem. **12**, p. 127.
3) Husemann, Pflanzenstoffe. 2. Aufl. **2**, p. 1111.
4) Schweiz. Wochenschr. Chem. Pharm. 1898, Nr. 30, nach Tropenpflanzer **4**, p. 199.
5) S. Muspratts Tech. Chemie. 4. Aufl. **3** (1891), p. 294.

Lederindustrie ist die Verwendung des Katechu als Gerbmittel eine sehr große. Ziemlich umfangreich ist die Verwendung des Katechu bei der Bereitung von Faserstoffgeflechten, welche beim Gebrauche der Nässe ausgesetzt werden sollen, wie Fischnetzen, oder Canvass, sog. gegerbtes Canvass, zur Überkleidung von Reisekoffern oder zur Herstellung von Zelten[1]). Katechu dient weiter bei Dampfkesseln zur Bekämpfung des Kesselsteins und endlich findet dieser Rohstoff auch noch medizinelle Anwendung.

2. Gambir.

Der Gambir (Gambir, gelbes Katechu) ist ein Extrakt aus den jungen Stengeln und Blättern von *Nauclea Gambir Hunt (= Uncaria Gambir Roxb. = Ourouparia Gambir Baill.),* einem klimmenden Strauche aus der Familie der Rubiaceen. Die Pflanze findet sich im südlichen Indien und im malayischen Archipel heimisch und wird zum Zwecke der Gambirgewinnung kultiviert. Am lebhaftesten wurde um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die Kultur auf der Halbinsel Malakka und auf den Inseln Singapore, Rhio und insbesondere auf Bintang betrieben[2]). Auf Bintang standen 1832 bereits 6000 Gambirplantagen, 1870 schon 60000 Pflanzungen (Wiesner, l. c., p. 183). Singapore, jener Hafen, nach welchem der gesamte Gambir zur Verschiffung gebracht wird, exportierte im Jahre 1896 nahe an 49000000 kg (Semler, l. c., p. 659.). Die Kultur der Gambir-Pflanze und die Gewinnung standen in dieser Zeit nahezu ausschließlich in den Händen von Chinesen. Nachdem nun diese bei der immerhin mühevollen Kultur[3]) der *Nauclea Gambir* sehr sorglos zu Werke gingen, überdies auch bei der Herstellung des Produktes eine Reihe von Fälschungen begangen haben, wurden die erzeugten Qualitäten immer schlechter und der Gambir wurde daher durch qualitativ bessere Rohstoffe (Quebracho) verdrängt. Obwohl in der europäischen Industrie Gambir derweil für gewisse Zwecke immer noch verwendet wird, so ist die heute jährlich erzeugte Gambirmenge eine wesentlich geringere, als in früheren Jahren. Im Jahre 1907 betrug die Gesamtproduktion von Gambir nur mehr beiläufig 36000000 kg. Erst in neuerer Zeit scheint sich die Gambirproduktion wieder zu heben; seit 1907 werden an der Ostküste von Sumatra von zwei europäischen Gesellschaften Gambirpflanzungen im großen Stile betrieben und dort wird unter Aufsicht von Europäern

---

1) Semler, l. c., p. 656.

2) Semler, l. c., p. 659. — Bennet, Wanderung usw. London 1834, **2**, p. 183. — Miquel, Flora von Nederl. Indië **2**, p. 146 ff. — Miquel, Sumatra, p. 79.

3) Die Pflanze stellt erfahrungsgemäß bedeutende Ansprüche an den Boden, der nach einem siebenjährigen Anbau ganz wertlos wird, wenn ihm nicht durch Zufuhr von Dünger die durch die Kultur verloren gegangenen Bestandteile ersetzt werden. Tropenpflanzer **13**, p. 36. — Tschirch, l. c., p. 136.

ein ziemlich chemisch reines Produkt hergestellt (Tropenpflanzer XIII, p. 36). Die großen Gambirplantagen enthalten 80000—100000 Bäumchen; eine solche Pflanzung kann täglich 70—75 engl. Pfund Gambir geben.

Auch andere *Nauclea*-Arten, z. B. *N. aculeata L.* sollen Gambir liefern[1]; doch hat dieser keine Bedeutung, er führt die Bezeichnung »Gambir utang«, Waldgambir, und wird als Surrogat des echten Gambirs beim Betelkauen verwendet[2].

Die Anlage der Gambirpflanzungen erfolgt entweder durch Stecklinge oder durch Aussaat, ist aber immer infolge der großen Empfindlichkeit der jungen Pflanzen mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Die Stecklinge werden bei Beginn der Regenzeit gesetzt. Nach 15—16 Monaten kann geerntet werden. Es werden jährlich 2—4 Ernten gemacht. Wenn man nur zweimal im Jahre Zweige und Blätter abnimmt, so erhält man eine bessere Ware, als wenn dies öfters geschieht. Bei sorgfältiger Bodenbewirtschaftung soll eine Gambirplantage 12—20 Jahre ertragsfähig bleiben, doch wird sie meistens schon nach 6 Jahren verlassen, da man Mühe und Kosten der Düngung scheut (s. oben p. 609, Anm. 3). Die jungen Triebe mit den Blättern werden abgeschnitten und in flachen, eisernen oder besser kupfernen Pfannen mit wenig Wasser durch 2 Stunden gekocht, dann herausgeschöpft und in einem Troge geknetet; die ausgepreßte Flüssigkeit läßt man in die Pfanne zurückfließen und hier bis zur Sirupdicke einkochen. Die Blätter und Zweige werden zum zweiten Mal ausgekocht; das so erhaltene Extrakt mischt man mit den Abkochungen von frischem Material. Die während des Kochens auf der Oberfläche der Flüssigkeit sich ansammelnde Unreinlichkeit wird mittelst eines Hebers, der aus einer leeren perforierten Kokosnußschale hergestellt ist, entfernt. Die Blattrückstände dienen schließlich als Dünger für Pfefferpflanzungen, mit deren gleichzeitiger Pflege die Gambirbereitung verbunden wird[3]. Nun wird die dickflüssige Masse in kleine, hölzerne Eimer übergegossen, in denen sie verbleiben muß, bis sie vollständig abgekühlt ist. Die dann folgende Prozedur ist sehr eigenartiger Natur und wird von R. Schlechter nach eigener Anschauung in nachstehender Weise beschrieben[4]: »Der Kuli nimmt ein oder zwei dieser Eimer und setzt ein rundes Stück Holz in die Flüssigkeit, auf dem er seine Handflächen hin- und herreibt, bis die Flüssigkeit bedeutend dicker geworden ist

1) Meyen, Pflanzengeographie, p. 416.

2) Semler, l. c., p. 660. — Der Name »Gambir utan« wird auf Java für die als Malariamittel gebrauchten Blätter und Rinde von *Ficus Ribes Reinw.* und *Jasminum glabriusculum Bl.* gebraucht. Wehmer, Pflanzenstoffe. 1911, p. 603.

3) Semler, l. c., p. 661.

4) R. Schlechter, Reisebericht der Guttapercha- und Kautschukexpedition nach den Südseekolonien. Tropenpflanzer **5**, p. 321 ff.

und eine fast gelbe Färbung erlangt hat. Nun scheint ein Koagulationsprozeß in der Masse angebahnt zu sein, welcher sich fortsetzt, bis der Gambir etwa die Festigkeit geronnenen Fettes hat. Darauf wird das Produkt in Würfel geschnitten und auf Stellagen getrocknet.« Diese Würfel sind schmutzigelb bis hellrotbraun (»free cubes«). Wird in eisernen Pfannen gekocht, so wird der Gambir tiefdunkelbraun (Tschirch l. c., p. 137). Cubes werden auf Rhio und den benachbarten Inseln bereitet; in anderen Gambirdistrikten formt man größere Blöcke, »Bales« oder runde Scheiben von der Größe eines Pennystückes, auch Waffeln, die mit Reismehl oder Zucker vermischt werden und auf der malayischen Halbinsel und im indischen Archipel in jedem chinesischen Kaufladen zu haben sind. Diese letztere Gambirsorte wird nicht nach Europa geschickt, sondern an Ort und Stelle von den Betelkauern verwendet (Schlechter, l. c., p. 322). Der gesamte für den Export bestimmte Gambir wird nach den Häfen der Straits-Settlements gebracht und gelangt von hier teils auf den europäischen Markt, teils über Java nach dem östlichen Teile des Archipels und nach China[1]). Die Gambirwürfel werden von den Produzenten meistens im feuchten Zustande abgeliefert, weshalb es in Singapore üblich war, sie auf Matten in der Sonne noch einmal zu trocknen und dann in Blöcke (Block-Gambir) zu pressen, welche, in Matten geschlagen, verschifft wurden[2]). Es ergibt sich jedoch auch bei dieser Verpackungsweise infolge des längere Zeit beanspruchenden Seetransportes ein bedeutender Gewichtsverlust — oft 20 Proz. —. Um letzteren zu vermeiden, wird neuester Zeit der Block-Gambir nicht mehr in Matten, sondern in Holzkisten verpackt[3]).

Im Jahre 1908 erschien eine neue Gambirsorte als Blockgambir unter dem Namen »Indragiri-Gambir« im Handel. Dieser Gambir wird in der Landschaft Indragiri auf Sumatra in einer von Europäern geleiteten Fabrik hergestellt unter Benutzung der vollkommensten Einrichtungen für die Extraktfabrikation: zweckmäßige Extraktionsanlage und Eindickung in Vakuumverdampfapparaten. Der Indragiri-Gambir wurde von Dr. J. Paeßler untersucht und von genanntem Forscher als nahezu frei von Blatt- und Stengelresten gefunden. Auch die übrigen Eigenschaften dieser Gambirsorte (vollkommene Löslichkeit in der Hitze, Gerbstoffgehalt) sind nach Paeßler derart günstige, daß dieselbe einen wesentlichen Fortschritt gegenüber den übrigen Gambirsorten bedeutet[4]).

1) Miquel, l. c. — Meyen, l. c., p. 416 ff. — Tropenpflanzer **13**, p. 36.

2) Flückiger, l. c., p. 235. — Tschirch, l. c., p. 137. — S. Ref. in Beckurts, Jahresber. d. Pharm. Neue Folge **27**, p. 182 f.

3) Nachr. aus dem Reichsamt d. Innern 1910, Nr. 22, nach Pharmakognostische Rundschau für das Jahr 1910, p. 198.

4) Paeßler, Über eine neue Gambirsorte. Deutsche Gerberzeitung 1908, Nr. 272, 273 und 274.

Miquel spricht die Vermutung aus, daß schon die alten Bewohner des Archipels die Eigenschaften der Blätter von *Uncaria Gambir* kannten, daß aber die heutige Bereitungsweise erst von den Kolonisten erfunden wurde, die sich vom Festlande über den Archipel verbreiteten und die Methode der Gewinnung des »Khadirasara«, nämlich des Extraktes der Arekanüsse, auf die in den Eigenschaften ähnlichen Blätter und jungen Zweige des Gambirstrauches anwendeten. Das Wort Gambir leitet Miquel von dem indischen Namen der Arekapalme »Khädir« ab.

Frischer Gambir ist von weißlicher Farbe. Schon nach einigen Wochen ist er merklich dunkler geworden. Mit der Zeit wird er durch und durch rotbraun. In der Regel sind die Gambirwürfel außen bräunlich, innen gelblich. Der Gambir ist glanzlos, von erdigem Gefüge, leicht zerreiblich, fast ohne Geruch; der Geschmack ist anfänglich zusammenziehend, später etwas süßlich. Frischer Gambir soll angenehm aromatisch riechen und süßlich schmecken[1]).

Im Mikroskop gesehen erscheint der Gambir als ein Haufwerk von kleinen Kristallnadeln, zwischen welchen hier und dort kleine Oberhautfragmente liegen, welche aus glatten, polygonal begrenzten, etwa 0,024 mm breiten Zellen bestehen und vom Blatte der *Nauclea Gambir* abstammen dürften. Nach Gilson lassen sich im Gambir auch Reste des Kelches, der Blumenkrone und Parenchymteile von *Uncaria (Nauclea)* nachweisen (l. c., p. 214). In jüngster Zeit wurde eine mikroskopische Untersuchung mehrerer Gambirsorten mit spezieller Berücksichtigung der im erstarrten Gambirextrakt auftretenden Gewebsreste von H. Brumwell ausgeführt[2]). Genannter Beobachter fand in verschiedenen von ihm untersuchten Proben eine beträchtliche Menge von Blattgewebsresten (Epidermis), die nach seiner Darstellung (l. c., p. 477) eine auffallende Ähnlichkeit mit der Blattepidermis teils von *Rhus Coriaria L.* (Gerbersumach), teils von *Pistacia Lentiscus L.* oder von *Colpoon compressum Berg.* (Kaysumach) zeigen. Die Ähnlichkeit will Brumwell durch das massenhafte Auftreten von einzelligen, sichelförmig gekrümmten Haaren *(Rh. Coriaria)*, durch den Bau der Epidermiszellen von der Blattoberseite *(Pistacia Lentiscus)* und von der Blattunterseite mit zahlreichen Spaltöffnungen *(Colpoon compressum)* nachgewiesen haben. Die der unten zitierten Abhandlung beigegebenen Mikrophotographien können aber nicht von der Stichhaltigkeit der Ansicht Brumwells überzeugen, da nach denselben immer die Möglichkeit besteht, daß die beobachteten Blattreste von *Nauclea Gambir*, zum mindesten von einer Rubiacee, herrühren. Einzellige, an der Spitze hackenförmig gekrümmte Haare werden auch für

1) Meyen, l. c., p. 417.

2) The Microscopical Examination of Gambier. The Journ. of the Soc. of Chem. Industry. 1911, p. 475 ff.

Rubiaceen[1]) angegeben und was den Bau der Spaltöffnungen betrifft, so tritt dieser in dem photographischen Bilde gar nicht deutlich hervor. So läßt sich bei Betrachtung desselben nicht entscheiden, ob die Schließzellen von Nebenzellen begleitet sind oder nicht, ein Umstand, der gerade in diesem Fall von Bedeutung wäre, weil das Auftreten von Nebenzellen als ein wesentlicher anatomischer Charakter der Rubiaceen bezeichnet wird[2]). Im Gambir von Sumatra und Bintang sind Stärkekörnchen der Sagopalme nachweisbar. Sagostärke oder Reismehl wird dem Gambir beigemengt, um ihm eine größere Festigkeit zu geben.

In kaltem Wasser ist der Gambir nur unvollständig löslich. In heißem Wasser löst sich reiner Gambir hingegen leicht zu einer etwas trüben, bräunlich gefärbten, kaum merklich sauren Flüssigkeit auf. Die Lösungen geben mit Eisenoxydsalzen schmutzig grüne Niederschläge und auch mit Leimlösung starke Fällungen. — Durch langanhaltendes Kochen und Eindampfen der wässerigen Gambirlösung geht er in eine amorphe Substanz über, welche alle Eigenschaften des Katechu besitzt[3]).

Gambir besteht der Hauptmasse nach aus Katechin (Katechusäure), aus sogenannter Katechugerbsäure, Wasser und Mineralbestandteilen. K. Dieterich[4]) hat im Gambir auch noch einen grün fluoreszierenden Körper, das Gambirfluoreszin, aufgefunden[5]). Diese Verbindung tritt aber im Gambir nicht frei auf, sondern nach Dieterich esterartig an Katechin und an Katechugerbsäure gebunden. Das Katechin kommt im Gambir in der kristallisierten Modifikation vor. Durch anhaltendes Kochen mit Wasser, oder noch rascher mit verdünnten Säuren, geht diese jedoch unter Abgabe von einem Molekül Wasser in die amorphe Modifikation über (Wiesner, l. c., p. 185). Über die von Gautier im Katechu und Gambir aufgefundenen Katechine wurde schon oben (bei Besprechung des Katechu) berichtet.

Lufttrockener Gambir enthält 13,46 Proz. Wasser und gibt in seinen besten Sorten nach Flückiger 2,6—1,63 Proz. Asche[6]). Wiesner fand im Gambir von Singapore 5,27 Proz. und Brumwell in einer von ihm untersuchten Blockgambirprobe sogar 37,4 Proz. Asche[7]). Diesen auffallend hohen Aschengehalt erklärt Brumwell durch den Umstand,

1) Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. 1899, p. 502.

2) Solereder, l. c., p. 501. — K. Schumann, *Rubiaceæ* in Englers Natürl. Pflanzenfamilien **4**, 1, p. 5.

3) Wiesner, l. c., p. 184.

4) Ber. d. pharmaz. Ges. 1897, Heft 7.

5) Fluoreszierende Körper fehlen im Katechu, worauf Dieterich eine Unterscheidung zwischen Katechu und Gambir gründet. S. bot. Jahresber. pro 1896, **2**, p. 483.

6) Flückiger, l. c., p. 255.

7) Brumwell, l. c., p. 475.

daß bei der Gambirerzeugung große Mengen von Sand in das aufzubereitende Material geschaufelt werden; ob dies in betrügerischer Absicht geschieht, läßt Brumwell unentschieden.

Der Gambir ist erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Gegenstand des europäischen Handels geworden. In den dreißiger Jahren kamen nach Meyen nur kleine Mengen dieses Produktes nach England, woselbst man es versuchsweise in der Färberei anwendete. 1839 wurden bereits 5213000 kg nach England eingeführt, von da an steigerte sich die Einfuhr und der Verbrauch alljährlich, sank aber gegen Ende des 19. Jahrhunderts auf ein Minimum. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts hob sich wieder der Gambirexport nach Europa: 1910 betrug die Zufuhr nach Hamburg 1500000 kg, nach London gegen 900000kg[1]. Auf dem Kontinent erscheint Gambir häufig noch unter dem Namen Katechu oder terra japonica.

Der Gambir hat an Wichtigkeit als Handelsgegenstand das Katechu, mit dem er die Verwendungsweise teilt, überholt; namentlich als Gerbmaterial hat die Bedeutung des Gambir zugenommen. Für den letzterwähnten Zweck scheint sich der in neuester Zeit am Markte erschienene Indragiri-Gambir zu eignen; denn die mit dieser Gambirsorte von Paeßler ausgeführten Ausgerbungsversuche haben ergeben, daß sie ein wesentlich helleres Leder liefert als der gewöhnliche Gambir, daß außerdem die Farbe des Leders wesentlich reiner und gleichmäßiger ist als bei letzterem[2]).

3. Kino.

Diese dem Katechu in den Eigenschaften und in der Verwendung dem Gambir sehr nahestehende Droge wird von mehreren sehr verschiedenen Pflanzen aus deren durch Einschnitte gewonnenen Rindensäften dargestellt, indem letztere an der Luft zum Eintrocknen gebracht werden.

Die bekannteste Art des Kino ist das sogenannte Amboina- oder Malabarkino, welches auf der Malabarküste aus *Pterocarpus Marsupium Roxb.*, einem Baum aus der Familie der Leguminosen, Abteilung *Dalbergieae* gewonnen wird. — Große Mengen von Kino werden in Australien aus mehreren *Eucalyptus*-Arten (Myrtaceen) bereitet. Als Stammpflanze wurde gewöhnlich *Eucalyptus resinifera Sm.* angegeben. Da aber diese *Eucalyptus*-Art ein echtes Gummi liefert und Kino häufig auch als Gummi angesprochen wird, so ist von einigen Seiten u. a. von Flückiger (Pharmakognosie, 1. Aufl., p. 120) die Vermutung ausgesprochen worden, das australische Kino sei nichts anderes als ein mit Farbstoff gemengtes Gummi. In der Tat liefert aber *Eucalyptus resinifera* nicht nur ein echtes Gummi, sondern auch ein echtes Kino. Durch White war be-

1) Pharmakognostische Rundschau. Wien 1911, p. 199.
2) Paeßler, Über eine neue Gambirsorte, l. c., Nr. 274.

kannt geworden[1]), daß *E. resinifera* große Mengen eines roten Saftes gibt, welcher eingetrocknet unter dem Namen »Botanybaykino« massenhaft nach London (schon 1857 und wahrscheinlich noch früher) eingeführt wurde und dort zeitweise die einzige Kinosorte repräsentierte[2]). Die genannte Spezies von *Eucalyptus* ist nicht die einzige Art dieser Gattung, aus welcher diese Droge dargestellt wird. Andere Arten liefern sogar mehr und besseres Kino. Wiesner untersuchte sechzehn verschiedene Kinosorten[3]), welche von folgenden *Eucalyptus*-Arten herrührten: *E. corymbosa Sm., E. globulus Labill., E. rostratus Schlecht. (= E. rostratus Cav. = E. robusta Sm.), E. leucoxylon F. Muell., E. corynocalyx F. Muell., E. citriodora Hook., E. maculata Hook., E. calophylla R. Br., E. amygdalina Labill., E. piperita Sm., E. pilularis Sm., E. fabiorum Schlecht., E. fissilis F. Muell., E. gigantea Hook., E. viminalis Labill.* und *E. obliqua Lhér.* (vielleicht identisch mit *E. gigantea Hook.*). — Außer den hier genannten *Eucalyptus*-Arten scheinen noch die folgenden Kino zu liefern: *E. stellulata Sieb.* (das hieraus dargestellte Gummi führt den Namen Greegum[4]), *E. Risdoni Hook.* (Droppinggum), *E. saligna Sm.* (Greygum), *E. melliodora A. Cunn.* (Redgum), *E. odorata Behr.* (Redgum), *E. eximia Schau.* (Rustygum), *E. haematosa Sm.* (Spottedgum), *E. goniocalyx F. Muell.* (Spottedgum), *E. coriacea A. Cun.* (Weepinggum), *E. botryoides Sm.* (Bluegum), *E. megacarpa F. Muell.* (Bluegum), *E. diversicolor F. Muell.* (Bluegum), *E. loxophleba Benth.* (Yorkgum), *E. virgata Sieb.* (Gumtrop), *E. patens Benth.* (Black butle gum) und *E. ficifolia F. Muell.* (Black butle gum). Als Kino liefernd werden noch angeführt: *E. punctata DC.*[5]), *E. drepanophylla F. Muell.*[6]) und *E. occidentalis* Endl. (Malletbaum, in Westaustralien »flat topped Yate« genannt[7])). — Nach J. H. Maiden gibt eine Leguminose Australiens: *Milletia megasperma F. v. M.* gleichfalls brauchbares Kino[8]). — Das westafrikanische oder Gambiakino stammt von dem in Senegambien bis Angola einheimischen *Pterocarpus erinaceus Poir.* In Deutsch-

1) Journal of a voyage to New South Wales. 1790, p. 231.

2) Flückiger, Pharmakognosie, 3. Aufl., p. 226.

3) Wiesner, Unters. über die Sorten von Eukalyptuskino. Zeitschr. d. allg. österr. Apothekervereins. 1871, Nr. 19.

4) In Benthams und F. Muellers ausgezeichnetem Werke über die Flora Australiens (Flora australiensis, London 1866, Vol. III, p. 188 ff.) werden die zahlreichen in Australien aus *Eucalyptus*-Arten dargestellten extraktartigen Körper (Kino) durchweg als »Gummi« angesprochen; l. c., p. 185 heißt es sogar, daß diese Bäume Gummiharze liefern und deshalb Gummibäume genannt werden.

5) Wehmer, Pflanzenstoffe, p. 537.

6) K. Mannich, Notizbl. d. kgl. bot. Gartens u. Museums in Berlin. 1902, p. 171.

7) Paeßler, Die Malletrinde als Gerbmaterial. Tropenpflanzer **12**, p. 182.

8) Beckurts, Jahresber. d. Pharm. Neue Folge **27**, p. 17.

Ostafrika kommt derselbe Baum vor und liefert ein Kino, »Kino von Kilossa«, das nach den Untersuchungen von H. Thoms zu den besten Sorten gerechnet werden kann[1]). Von Busse wurden in Deutsch-Ostafrika kinoartige Sekrete, von drei verschiedenen Leguminosen stammend, gesammelt, nämlich von *Pterocarpus Bussei Harms, Derris Stuhlmanni Harms* und *Berlinia Eminii Taub.* Nach den Untersuchungen von Schaer sind diese Kinoarten wohl sehr aschenreich, könnten aber doch ihrer sonstigen Eigenschaften wegen, insbesondere die zwei erstgenannten, zu medizinischen und technischen Zwecken brauchbar sein[2]). Das Kino von *Berlinia* hingegen enthielt, wie schon Schaer angibt, beträchtliche Mengen eines quellbaren Gummi und ist eher als eine Gummiart tragantartiger Natur anzusprechen[3]) und dies um so mehr, als ich bei der mikroskopischen Untersuchung in dem gummiartigen Anteil dieses Kino noch ganz zweifellos die Struktur jenes Gewebes nachweisen konnte, durch dessen Umwandlung das Gummi entstanden ist.

Beinahe ganz aus dem Handel verschwunden ist das westindische Kino, Kino von Jamaika oder Kino occidentale, das aus der Rinde von *Coccoloba uvifera Jacq.*, einer auf den Antillen und in Südamerika vorkommenden Polygonee bereitet wird[4]). Heckel und Schlagdenhauffen untersuchten das rote Sekret, welches aus den im Monat September in die Rinde von *Dipteryx odorata Willd.* (Tonkabohnen, Guyana) gemachten Einschnitten ausgetreten war und fanden, daß dieses den bekannten Kinosorten gleicht[5]).

Das orientalische oder bengalische Kino wird in Vorderindien aus der Rinde von *Butea frondosa Roxb. (= Erychthrina monosperma Lam.), B. superba Roxb.* und *B. parviflora Roxb.*, Bäumen aus der Familie der Leguminosen, Abteilung der Phaseoleen, dargestellt.

Ed. Schaer beschreibt eine Kinosorte, die durch Einschneiden in den Stamm von *Myristica malabarica Lam.*, einer im südlichen Indien vorkommenden Myristicacee, gewonnen worden war und den indischen Namen »Kat jadikai« führt[6]). In seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften stimmt dieses Kino ziemlich mit dem Malabarkino überein.

---

1) Über ein ostafrik. Kino aus Kilossa. Notizbl. d. kgl. bot. Gartens u. Museums in Berlin. 1898, p. 247.

2) Schaer, Über einige Drogen von Deutsch-Ostafrika. Ber. d. deutsch. pharmazeut. Gesellsch. **12** (1902), p. 204—213. — Tropenpflanzer **6**, p. 305.

3) Schaer, l. c., p. 211. — K. Mannich, Gummiarten aus Deutsch-Ostafrika. Tropenpflanzer **6**, p. 204. S. auch oben p. 93—94.

4) Ernst, Die Produkte Venezuelas. Bremen 1879.

5) Chem. Zentralbl. 1904, p. 808.

6) On a new Kino in species from *Myristica*. Pharm. Journ. 1896. — Apothekerztg. 1896, p. 757 ff. — Im bot. Zentralbl. **3—4** (1897), p. 148.

Indischer Herkunft sind auch die von D. Hooper beschriebenen Kinoarten von *Myristica gibbosa Hook.* und *M. Kingii Hook.* (flüssiges *Myristica*-Kino); sie erinnern im eingetrockneten Zustand an Malabarkino[1]). Ebenso wurde von E. Schaer gefunden, daß das als Drachenblut in Venezuela oder Kolumbien bezeichnete Sekret der Rinde von *Pterocarpus Draco L.* und ein sogenanntes mexikanisches Drachenblut von *Croton Draco Schlecht.* in der chemischen Zusammensetzung dem Malabarkino viel näher stehen als dem Drachenblut[2]). Später werden von Schaer noch drei in Zentral- und Südamerika vorkommende *Croton*-Arten: *Cr. erythraeum Mart.*, *Cr. hibiscifolium H. B. K.* und *Cr. polycarpum Benth.* als Kino liefernd bezeichnet[3]) und D. Hooper beschreibt endlich noch eine von *Cr. Tiglium L.* stammende Kinosorte[4]). Nach dem letztgenannten Forscher wird ein Kino auch von *Macaranga Roxburghii Wight* (Euphorbiacee) gewonnen[5]).

Maiden bezeichnet als »flüssiges Kino« den Rindensaft, der aus Einschnitten, die in den Stamm von *Angophora intermedia DC.* (einer baumartigen Myrtacee in Neusüdwales und Queensland) gemacht werden, herausfließt. Nach Maiden enthält dieses flüssige Kino: Tannin, Phlobaphen, Katechin und hat ein spezifisches Gewicht von 1,008—1,022[6]). Australischer Herkunft sind noch: das Kino von Kolombo, Bangley-Cruk, East-Wood, Botang, Blue Mountains. Genannte Kinosorten, die im europäischen Handel nicht erscheinen, sondern nur lokale Bedeutung besitzen, stammen gleichfalls von *Angophora*-Arten: *A. Woodsiana Bail.*, *A. lanceolata Cav.*, *A. subvelutina F. Muell.* und *A. cordifolia Cav.*[7]). — Kino ähnliche Pflanzensäfte liefern noch *Ceratopetalum apetalum Don.* und *Cer. gummiferum Sm.*, Bäume (Familie der Cunoniaceen), welche in Ostaustralien zu Hause sind.[8])

Hier wäre noch ein Sekret zu nennen, das wohl als Katechu bezeichnet wird, aber seiner Gewinnungsweise und des Aussehens wegen kinoartiger Natur ist. Dasselbe stammt von einer in China und Hinterindien vorkommenden Bombacee: *Bombax malabaricum DC.*; es fließt nur beim Einschneiden in die Rinde der verwelkenden Sprosse oder bei Insektenstichen aus. Im erstarrten Zustande bildet es eine gummiartig klebrige, weiße, undurchsichtige Masse, die bei weiterem Eintrocknen

1) Agricult. Ledger, 1900, **44;** nach Beckurts, l. c., **36,** p. 94.
2) Ref. in Beckurts, l. c, **32,** p. 169.
3) Ber. d. pharmaz. Gesellsch. 1901, p. 303.
4) Ref. in Beckurts, l. c., **40,** 1905, p. 56.
5) Pharm. Journ. 1903, p. 840.
6) The Pharm. Journ. Trans. (3), **21,** p. 27.
7) Wehmer, Pflanzenstoffe, p. 541.
8) Nach Dragendorff, Heilpflanzen, p. 269.

in eine harte, mahagonifarbige, hohle Träne mit teeartigem Geruch und von zusammenziehenden Wirkungen sich umwandelt[1].

a) Pterocarpuskino.

Von den *Pterocarpus*-Arten, welche als Kino liefernd angeführt werden, ist die wichtigste Art *Pterocarpus Marsupium Roxb.*, dessen Kino unter dem Namen Malabar- oder Amboinakino schon seit langer Zeit im Handel erscheint. Die Rinde dieses Baumes, der einen Umfang von 2,5 m erreicht, enthält in kurzen, zu Strängen vereinigten Schläuchen[2] einen roten Saft, der durch rinnenförmige Einschnitte zum Austritte gebracht und in Gefäßen gesammelt wird, daselbst nach wenigen Stunden sich verdickt und in der Sonne rasch erstarrt. Nach einem anonymen Verfasser[3] soll in den letzten Jahren der Rindensaft an dem Gewinnungsort gekocht und in halbflüssigem Zustande nach der Ebene gebracht werden, wo er erst nach längerer Zeit vollständig eintrocknet. In den Staatswaldungen der Malabarküste erhalten die Sammler gegen eine kleine Abgabe die Erlaubnis zur Gewinnung des Kino[4]. Das Malabarkino besteht aus eckigen, nur wenige Millimeter messenden Stückchen von dunkelgranatroter Farbe, starkem Glanze und adstringierendem, später etwas süßlichem Geschmack. Die Dichte beträgt bei 15° C 1,18.

Im Mikroskop erscheinen dünne Splitter klar, durchsichtig, amorph und von Rissen durchsetzt. Im Polarisationsmikroskop erweist sich die Substanz des Kino als einfachbrechend.

In kaltem Wasser löst sich nur wenig vom Kino auf. In heißem Wasser hingegen und in Alkohol geht fast die ganze Substanz in Lösung, beim Erkalten scheidet sich der größte Teil wieder aus. Auch bei alkoholischen Lösungen findet bisweilen nach längerer Aufbewahrung eine Ausscheidung in Form einer Gallerte statt; man spricht vom »Gelatinieren« dieser Lösungen. Die Lösung schmeckt herbe, reagiert sauer und hat eine rubinrote Färbung. Eisenoxydsalze rufen schmutzig grüne, starke Säuren lichtbräunliche Fällungen hervor.

Das Pterocarpuskino enthält als Hauptbestandteil Kinogerbsäure (75—80 Proz.), Kinorot, geringe Mengen von Brenzkatechin, Kinoin, (1,5 Proz.) Wasser, Extraktivstoffe und Mineralbestandteile. Die Kinogerbsäure ist eine amorphe, braune Substanz, welche aus der wässerigen Kinolösung durch verdünnte Mineralsäuren gefällt wird und mit Eisen-

---

1) P. P. Philipps, Katechu von *Bombax malabaricum*. Chem. Zentralbl. 1911, **2**, p. 1753.

2) Höhnel, Sitzungsber. der k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1884, p. 7—11.

3) Chem. and Drugg., 1898, Nr. 932; nach Beckurts, l. c., **33**, p. 48.

4) Flückiger, Pharmakognosie. 3. Aufl., p. 224.

chlorid dunkelgrüne Niederschläge gibt[1]). Durch Kochen mit Mineralsäuren wird sie in Traubenzucker und Kinorot gespalten. Das Kinorot ($C_{28}H_{22}O_{11}$) wurde von Etti aus Kino dargestellt[2]); es bildet eine amorphe, rote, in Wasser schwer, in Alkohol leicht lösliche Masse, welche von Leimlösung gefällt, mit Eisenchlorid schmutzig grün gefärbt wird und bei trockener Destillation Phenol, Brenzkatechin und Methyläther liefert. Das Kinoin ist eine farblose, kristallisierte, in Wasser schwer, in Alkohol leicht lösliche Substanz ($C_{14}H_{12}O_6$), welche durch Eisenchlorid rot gefärbt, von Leimlösung nicht gefällt wird und beim Erhitzen mit Salzsäure Gallussäure, Brenzkatechin und Methylchlorid gibt. Wird es auf 130° erhitzt, so geht es in Kinorot über. Das Vorkommen von Brenzkatechin wurde von Eisfeld konstatiert[3]), ist aber später wieder zweifelhaft geworden, nachdem von Broughton[4]) dieser Körper weder in der Rinde, noch im Holze des lebenden Baumes aufgefunden werden konnte. Noch spätere von E. White mit verschiedenen Proben von Malabarkino ausgeführte Versuche ergaben jedoch für alle Fälle das Vorhandensein von Brenzkatechin[5]). Von vornherein ist das Auftreten von Brenzkatechin im Kino nicht unwahrscheinlich, da geringe Mengen hiervon in den Blättern des wilden Weines *(Ampelopsis hederacea Mich.)* von Gorup-Besanez nachgewiesen wurden[6]). D. Hooper[7]) berichtet über die Auffindung eines Enzyms in Pterocarpus- und anderen Kinoarten, von dem er annimmt, daß es die Ursache des »Gelatinierens« der Kinotinkturen sei; bei 100° C wird das Enzym zerstört.

Das von *Pterocarpus erinaceus Poir.* stammende Kino wurde von Thoms näher untersucht[8]). Nach genanntem Forscher bildet dieses Kino (»Kino von Kilossa«) kleine, leicht zerbröckelnde, eckige Stücke von dunkelroter Farbe. Dünne Splitter sind durchsichtig. In vier Teilen heißen Wassers ist das Kino völlig löslich, die Lösung schmeckt herbe und reagiert sauer. Mit Eisensulfat wird die Lösung violett, durch Hinzufügen von Natronlauge rot. In Alkohol ist das Kino schwach löslich.

Der Aschengehalt des Pterocarpuskino ist ein sehr wechselnder. Flückiger (l. c., p. 225) gibt ungefähr 6 Proz. weißer Asche an; H. Thoms erhielt beim Veraschen des von ihm untersuchten ostafrikanischen Kino

1) Schmidt, Pharmazeut. Chemie. 3. Aufl., p. 1194.
2) Berliner Berichte **11,** p. 1879.
3) Annalen der Chemie **92,** p. 101.
4) Nach Flückiger, l. c., p. 225.
5) Pharm. Journ., 1903, p. 676; nach Beckurts, l. c. **38,** p. 87.
6) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **4,** p. 509.
7) Pharm. Journ., 1903, p. 840; nach Beckurts, l. c. **38,** p. 88.
8) Thoms, Notizblatt des kgl. bot. Gartens u. Museums in Berlin. 1898, p. 247. — Apothekerztg. 1899, Nr. 19.

nur 0,78 Proz. Asche[1]). Auffallend groß ist die Aschenmenge in dem von Busse aufgefundenen, von Schaer der chemischen Untersuchung unterzogenen Kino von *Pterocarpus Bussei Harms:* über 25 Proz.[2]). Beim Verbrennen des Kino entwickelt sich ein aromatischer Geruch.

Durch Schmelzen des Kino mit Ätzkali erhielt Hlasiwetz[3]) 9 Proz. Phlorogluzin, und Stenhouse[4]) Protokatechusäure.

b) Eukalyptuskino.

Das Eukalyptuskino[5]), fälschlich auch Eukalyptusgummi genannt, bildet entweder tropfenförmige Stücke oder Bruchstücke sehr verschiedener Größe. Manche Sorten bestehen aus einer kleinkörnigen, bröseligen Masse, andere aus großen, bis 10 ccm großen Bruchstücken. Die Farbe ist je nach der Abstammung verschieden. Tiefrot gefärbt ist das Kino von *Eucalyptus corymbosa,* zirkonrot das von *E. rostratus, E. amygdalina, E. gigantea, E. piperita* und *E. fissilis;* schwarzrot das von *E. leucoxylon* und *E. fabiorum;* vom Aussehen des Pterocarpuskino das Kino von *E. viminalis* und *E. obliqua;* rotbraun das von *E. globulus* und *E. corynocalyx;* von der Farbe und überhaupt dem Aussehen der *Aloë lucida (A. socotrina)* das von *E. citriodora* und *E. maculata.* Der Glanz des australischen Kino stimmt in der Regel mit jenem des Pterocarpuskino überein, nur die von *E. corynocalyx, E. amygdalina, E. pilularis* und *E. fissilis* herrührenden Sorten sind auf frischer Bruchfläche fettglänzend, auf alter Bruchfläche häufig ganz glanzlos. Geruch ist an dem australischen Kino nicht wahrzunehmen. Der Geschmack ist zusammenziehend. Die Dichte der Körner ist gleich 1,11, nach völliger Entfernung der Luft 1,14.

Im Mikroskop erscheinen selbst gröbere Splitter mit gelbroter Farbe, durchscheinend und kristallfrei; es zeigt sich ferner bei Betrachtung des australischen Kino zwischen den Nicolschen Prismen, daß die Substanz völlig isotrop ist. — In Wasser und in Weingeist lösen sich die Arten des Eukalyptuskino mehr oder minder leicht und vollständig. Die Lösungen reagieren meist sauer; die wässerigen Lösungen schäumen beim Schütteln.

Sehr leicht löst sich in Wasser das Kino von *E. corymbosa, E. globulus, E. rostratus, E. leucoxylon, E. citriodora, E. maculata, E. calophylla, E. amygdalina, E. piperita, E. pilularis* und *E. obliqua.* Die übrigen der oben genannten sechzehn *Eucalyptus*-Arten liefern ein in

1) H. Thoms, l. c., p. 247.
2) Tropenpflanzer **6,** p. 305.
3) Annalen der Chemie **134,** p. 122.
4) Ebenda **177,** p. 187.
5) Wiesner, Rohstoffe. 1. Aufl., p. 188.

Wasser schwer lösliches Kino. Die Kinolösungen mit sauerer Reaktion sind im erkalteten Zustande trübe, klären sich aber beim Erwärmen. — Tief blutrote Lösungen geben das Kino von *Eucalyptus corymbosa* und *E. pilularis;* die übrigen Kinosorten geben rötlichgelbe oder gelblich gefärbte Lösungen.

Alle Sorten lösen sich in Weingeist entweder vollständig oder mit Hinterlassung geringer Substanzmengen auf, bis auf die von *Eucalyptus gigantea* herrührende, welche so reich an Gummi ist, daß sie sich in Weingeist fast gar nicht auflöst.

Aus den Lösungen aller Sorten von Eukalyptuskino wird die Kinogerbsäure durch Schwefelsäure als blaßrote, flockige Substanz gefällt. Mit kleinen Mengen von Eisenchlorid kann man in den wässerigen Lösungen aller Sorten von Eukalyptuskino, mit alleiniger Ausnahme der von *E. obliqua* und *E. drepanophylla*[1]) stammenden, schmutzig grüne Niederschläge hervorrufen. Eisenoxydsalze geben mit der wässerigen Lösung letztgenannter Sorten eine dunkelviolette Fällung.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die wässerigen Lösungen einiger Sorten von Kino (von *E. corymbosa, E. citriodora* und *E. maculata*) einen angenehmen, dem Bordeauxweine ähnlichen Geruch zu erkennen geben.

Das australische Kino enthält Kinogerbsäure, Katechusäure(?), Brenzkatechin, häufig eine dem arabischen Gummi nahestehende, in Wasser leicht lösliche Gummiart und Wasser. Nach Kremel enthalten alle Eukalyptuskinosorten geringe Mengen von Gallussäure[2]). Mineralische Substanzen kommen nur in sehr geringen Mengen vor, da reine, d. h. rindenfreie Stücke nur Spuren von Asche liefern. Heckel und Schlagdenhauffen geben für das Kino von *Eucalyptus viminalis* eine Aschenmenge von 0,25 Proz. an[3]), und nach K. Mannich beträgt der Aschengehalt des Kino von *E. drepanophylla* sogar nur 0,09 Proz.[4]). Frei von Gummi ist das Kino von *Eucalyptus corymbosa, E. globulus, E. rostratus, E. corynocalyx, E. calophylla, E. piperita* und *E. obliqua.* Wie schon erwähnt, ist das Kino von *E. gigantea* sehr reich an Gummi. Nach J. Moeller enthält das Kino von *E. Stuartiana* und *E. viminalis* Harz.

Das australische Kino kommt aus verschiedenen Ländern Australiens unter den Namen Blood-wood gum, Red gum, Spotted gum, Blacke butle gum usw. in den Handel und zwar aus Viktoria, Neusüdwales und Queensland. Die besten Sorten stammen von *Eucalyptus corym-*

1) K. Mannich, Notizbl. d. kgl. bot. Gartens u. Museums zu Berlin. 1902, p. 171.
2) Archiv d. Pharm. **221,** p. 542.
3) Apothekerztg., 1900, p. 500; nach Dieterich, Analyse der Harze usw., p. 161.
4) K. Mannich, l. c., p. 171.

bosa, *E. rostratus* und *E. citriodora*, die geringsten von *E. fabiorum*, *E. gigantea* und *E. viminalis*.

Über die Gewinnung des Kino von *Eucalyptus rostratus* berichtet Maiden[1]), daß zu diesem Zwecke die Baumstämme an den Stellen, wo sie Gummifluß zeigen, so weit angeschnitten werden, bis eine Gummiader getroffen ist. In die Wunde wird ein Stückchen Blechrinne eingesetzt und der herausfließende, säuerlich riechende Saft in Eimern gesammelt, woselbst er in wenigen Tagen zu einer festen, brüchigen Masse erstarrt.

c) Buteakino.

Dieses Kino, auch Palasakino, bengalisches, ostindisches Kino genannt, stammt von *Butea frondosa Roxb.*, *B. superba Roxb.* und *B. parviflora Roxb.* Diese Bäume geben freiwillig oder infolge von Einschnitten einen an der Luft bald erstarrenden Saft, der in diesem Zustande flache, mit Blatt- und Korkstückchen vermengte Stücke oder Körner von schwachem Glanze und dunkelroter bis schwarzer Farbe bildet[2]). In kochendem Wasser quellen die Körner bloß auf, ohne an das Lösungsmittel gefärbte Substanz abzugeben. Nach A. Schmidt ist das Buteakino auch in Alkohol weniger löslich als das Malabarkino[3]). Mit Kalilauge verwandelt sich dieses Kino in eine schön karminrot gefärbte Gelatine, die sich mit Wasser zu einer flockigen Lösung verdünnen läßt. Feine Splitter färben sich mit Eisenvitriol grün.

Die zwei erstgenannten Kinosorten können so wie Katechu und Gambir zum Färben und Gerben verwendet werden und finden in Australien, in beschränktem Maße auch in Europa (hier zur Weinschönung und Lederbearbeitung) Anwendung. Malabarkino wird auch medizinisch verwendet.

Die verschiedenen Kinosorten unterliegen im Handel bedeutenden Preisschwankungen. Maßgebend für die Wertbeurteilung eines Kino sind nach Caesar und Loretz sein Gehalt an Kinogerbsäure, seine Löslichkeit in Wasser und Alkohol und sein Aschengehalt[4]).

1) Amer. Journ. of Pharm., 1897, Nr. 1; in Beckurts, l. c. **32**, p. 150.
2) Flückiger, l. c., p. 226.
3) Dieterich, Analyse der Harze, p. 162.
4) Geschäftsber. Oktober 1899; in Dieterich, l. c., p. 159.

Neunter Abschnitt.

Pflanzenfette[1]).

Die Fette bilden eine Gruppe von Körpern, die sowohl durch ihre physikalischen Eigenschaften, als durch ihre chemische Konstitution scharf charakterisiert sind. Sie sind der Hauptmasse nach ätherartige Verbindungen von einer oder häufig von mehreren Fettsäuren mit Glyzerin (Glyzeride), sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig oder fest, erzeugen bleibende Fettflecke auf Papier, lösen sich in siedendem Alkohol, im kalten oder warmen Äther auf und haben stets eine geringere Dichte als das Wasser. Einstweilen mögen diese beiläufigen Charakterisierungen der Fette genügen.

Die Pflanzenfette gehören zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen. In großer Menge treten sie als Reservestoffe in Früchten und Samen und während der Winterruhe in den Stämmen vieler Holzgewächse, seltener in unterirdischen Pflanzenteilen, z. B. im Erdmandelgrase, *Cyperus esculentus L.* auf. In kleineren Mengen kommen sie in fast allen Geweben der phanerogamen und kryptogamen Gewächse vor und so ist es zu erklären, daß die Massenanalyse ganzer Pflanzenteile z. B. Blätter, stärkemehlhaltiger Samen (Hülsenfrüchte), stärkeführender Früchte (Getreidearten) usw., wohl ausnahmslos Fett, zum mindesten eine geringe Menge davon nachweist.

Gewöhnlich kommt das Fett im Inhalte der Zellen, seltener in der Zellwand vor; letzteren Fall sehen wir in der verkorkten Membran: die die Zellulose begleitende Korksubstanz (Suberin) ist ein talgartiges Fett. Das Fett bleibt im Gewebe gewöhnlich dort liegen, wo es entsteht und findet sich infolgedessen fast immer im Gewebe eingeschlossen vor; nur selten dringt es auf eine uns bis jetzt noch nicht näher bekannte Art aus seiner Erzeugungsstätte hervor und bedeckt die Organe in mehr oder minder dichter Schichte, wie dies z. B. bei den Samen von *Sapium*

1) Neu bearbeitet von Dr. **K. Mikosch**, Professor der Botanik, techn. Warenkunde und Mikroskopie an der techn. Hochschule in Brünn.

sebiferum Roxb. (=Stillingia sebifera Willd.), welche den chinesischen Talg des Handels liefern, der Fall ist. Bei der Keimung fetthaltiger Samen sowie bei Beginn der Vegetationsperiode der während der Winterruhe in ihren Stämmen Fett führenden Holzgewächse wird das Fett für die Zwecke des Wanderns in Stärke umgewandelt. Doch wandert in der Pflanze auch das Fett, ohne eine so tiefgreifende Veränderung zu erfahren. Nach R. H. Schmidt scheint das Durchdringen der Fette durch lebende Zellulosenhäute in der Weise vor sich zu gehen, daß ein in der Membran befindlicher Körper mit den freien Fettsäuren eine seifenartige Verbindung bildet[1]).

In den Zellen befindet sich das Fett entweder im Protoplasma eingelagert, in geringer Menge auch zwischen Plasma und Zellwand[2]), oder in größeren Mengen als Bestandteil des Zellsaftes, worin es in Form unendlich kleiner Tröpfchen oder, seltener, kleiner, runder Ballen neben Resten des Protoplasmas suspendiert ist. Als Begleiter des Fettes in den Zellen finden sich vor: Stärkekörnchen (Muskatnüsse), Aleuronkörner (die meisten fetthaltigen Samen), Chlorophyll (Fruchtfleisch der Olive), körnige Farbstoffe (Samengewebe von *Virola sebifera*), Harzkörnchen (Baumwollsamen), im Fette gelöste Farbstoffe (Palmfett) usw.

Über die Entstehung der Fette in den Pflanzenzellen ist nicht viel Positives bekannt. Jedenfalls kann die Bildung der Fette in der Pflanze auf verschiedene Weise vor sich gehen: durch Umwandlung von Kohlehydraten (Stärke, Glykose, Zellulose) oder durch Spaltung oder Zersetzung von Eiweißstoffen (nach C. v. Nägeli). Nach den Untersuchungen von Ivanow geht die Ölbildung in den Zellen der reifenden Samen unter Mitwirkung von Fermenten vor sich. Dasselbe Ferment, Lipase, das bei der Keimung eine Zerlegung des Öles bedingt, bewirkt bei der Samenreife eine Ölsynthese[3]). Ob mit der Bildung des Fettes bestimmte Organe des Protoplasmas betraut sind, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Für einzelne Fälle ist erwiesen, daß in der Zelle plasmatische Inhaltskörper (Elaioplasten, Ölbildner) vorkommen, in denen die Bildung und Ansammlung von Öl vor sich geht[4]).

Die Rolle, welche die Fette im Leben der Pflanze zu spielen haben, ist jedenfalls eine erhebliche. Die als Reservestoff angesammelten Fette dienen als Baustoffe und Energiequellen bei der Keimung der Samen

1) R. H. Schmidt, Über Aufnahme und Verarbeitung von fetten Ölen durch Pflanzen. Flora 1891, p. 369.

2) R. H. Schmidt, l. c., p. 322.

3) S. Ivanow, Über Ölbildung unter Vermittlung der pflanzlichen Lipase. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1911, p. 595 ff.

4) S. Zimmermann, Sammelreferate auf dem Gebiete der Zellenlehre. Beihefte zum bot. Zentralblatte. 1899, p. 165 ff.

bzw. bei der Weiterentwicklung der Organe nach Ablauf der Vegetationsruhe[1]).

Die Fette sind bei gewöhnlicher Temperatur entweder flüssig oder fest. Im ersteren Falle werden sie Öle, im letzteren Talg oder Butter genannt. Die vegetabilischen Talgarten schmelzen gewöhnlich unter 50° C, die Pflanzenfette sieden etwa bei 300° C. Darüber hinaus erhitzt, verflüchtigen sie sich, wobei ein Teil zersetzt wird, ein anderer Teil unverändert entweicht (Fettsäuren). Der Zersetzung verfällt bei höherer Temperatur das Glyzerin der Fette und verwandelt sich hierbei in eine Substanz von höchst unangenehmem und äußerst intensivem, stechendem Geruch, in Akrolein. Die Ausstoßung der Akroleindämpfe beim Erhitzen der Fette bildet ein sehr wichtiges Kennzeichen derselben.

Die Dichte der Fette ist stets geringer als die des Wassers.

Der Geruch der rohen Pflanzenfette ist im frischen Zustande oft ein recht angenehmer; so hat frisches Palmöl den lieblichen Geruch der Veilchenwurzel, Kakaobutter den Geruch der Kakaobohne, Muskatbutter den Duft der Muskatnüsse usw. Mit der Zeit nehmen die meisten Fette einen unangenehmen, ranzigen Geruch an.

Der Geschmack der frischen Pflanzenfette ist anfänglich in der Regel schwach, dabei aber angenehm, milde. Nur selten macht sich schon an frischem Fett ein intensiver Geschmack bemerkbar, z. B. bei dem Karapafett, das intensiv bitter schmeckt. Der unangenehme Geschmack ranzig gewordener Fette ist bekannt. — Geruch und Geschmack sind für manche Fette höchst charakteristische Kennzeichen.

Ausgesprochene Färbungen finden sich nur bei wenigen Pflanzenfetten vor und sind dann in diesen Fällen bezeichnend. Frisches Palmfett ist orangegelb; mit der Zeit nimmt die Farbe ab, und wenn es völlig ranzig geworden ist, hat es eine schmutzig weiße Farbe angenommen. Frisches Palmfett von *Astrocaryum vulgare* ist zinnoberrot und selbst nach Jahren büßt es an Intensität der Färbung nichts ein. Gewöhnlich sind die Fette gelblich, grünlich oder schmutzig weiß gefärbt, selten sind sie farblos (manche Sorten von Olivenöl) oder rein weiß (Kokosnußfett, Vateriatalg). Manche flüssige Pflanzenfette zeigen Fluoreszenz.

Das Aussehen und besonders der Glanz der Fette sind so bekannt, daß an diese Eigentümlichkeiten hier nur erinnert werden soll.

Fast alle Fette verursachen schon bei gewöhnlicher Temperatur auf Papier Fettflecke, welche beim Erwärmen nicht verschwinden. Aber selbst die Fette von verhältnismäßig höheren Schmelzpunkten verursachen Fettflecke, wenn sie erhitzt werden. Von einem Docht aufgesaugt, brennen alle Fette.

---

1) Czapek, Biochemie der Pflanzen. 1905, I. Bd., Kap. 3—7.

Mikroskopisch untersucht erscheinen die starren Fette bei gewöhnlicher Temperatur durchweg als Gemenge von festen und flüssigen Substanzen, der feste Anteil besteht hauptsächlich aus Kristallen, welche fast immer in Gestalt von vereinzelten oder zu büschelförmigen oder kugeligen Aggregaten vereinigten Nadeln auftreten. Die Kristallgruppen erreichen oft ein Größe, so daß sie, wie z. B. in der Muskatbutter und in manchen ranzig gewordenen Fetten, schon für das freie Auge erkennbar werden. Die Kristalle sind nichts anderes als freie Fettsäuren. Erwärmt man das Fett am Objektträger bis auf den Schmelzpunkt, so bleiben gewöhnlich noch feste amorphe Körnchen in der Masse zurück. Nach dem Erkalten kristallisieren die Fettsäuren heraus, und zwar meist in Nadelform. Aus dem geschmolzenen Fett von *Astrocaryum vulgare* scheidet sich hingegen ein Teil der Fettsäuren in Form von tafelförmigen Kristallen ab, Formen, welche in dem natürlichen Fett nicht enthalten sind. Bemerkenswert ist, daß aus manchen kristallreichen Fetten die Fettsäuren aus dem geschmolzenen Fett, selbst wenn sie stundenlang bei einer Temperatur belassen werden, bei welcher das gewöhnliche Fett halbfest und kristallreich ist, nicht herauskristallisieren, sondern sich erst nach Tagen oder nach starker Abkühlung ausscheiden, ein z. B. am Kokosfett zu beobachtender Fall. In den oleinarmen festen Fetten erscheint das flüssige Fett in Form von Tröpfchen, in den oleinreichen als flüssige Grundsubstanz, in welcher die Kristalle und amorphen Körnchen suspendiert sind. Die flüssige Masse erscheint unter dem Mikroskop häufig nicht homogen, sondern führt Tröpfchen von anderer Lichtbrechung. Im Palmfett und im Fett von *Astrocaryum vulgare* zeigen diese Tröpfchen eine (optisch) rötliche Färbung, etwa wie die Vakuolen der Hefezellen. — Die Farbstoffe der Fette erscheinen bei mikroskopischer Untersuchung entweder im flüssigen Öl gelöst (Palmfett, Fett von *Astrocaryum vulgare* usw.) oder in Form von Körnchen zwischen den Kristallen (Virolafett) oder in Zellen eingeschlossen (Sheabutter). —

In den Fetten treten nicht selten ganze Zellen oder Gewebsstücke, besonders häufig in solchen, welche durch Auskochen erhalten werden, auf. Dieselben führen entweder Fett, manchmal auch Stärkekörnchen (Myristikafett) oder Farbstoffe.

Löslichkeitsverhältnisse. Gewöhnlich wird angegeben, daß die Fette in Wasser unlöslich sind, in diesem Mittel sich unendlich fein verteilen und eine Emulsion bilden. Es scheint jedoch, daß die Fette in Wasser nicht absolut unlöslich, sondern nur äußerst schwer löslich sind. Schüttelt man nämlich Fett mit Wasser, so kann man dem letzteren durch Äther eine sehr kleine Fettmenge entziehen[1]). Mit Ausnahme von Rizinus-,

[1]) Gerhardt, Org. Chemie **2**, p. 1006ff. — Hefter, Technologie der Fette und Öle **1**, p. 89.

Kroton- und Olivenkernöl sind die Fette in kaltem Alkohol sehr schwer löslich. Kochender Alkohol löst viele Fette, namentlich die flüssigen; beim Erkalten scheidet sich jedoch fast alles wieder aus. Sehr leicht löslich sind die Fette in Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Amylalkohol, Azeton, Tetrachlorkohlenstoff, Benzol, Petroleum und Benzin; nur Rizinusöl ist in letzteren zwei Flüssigkeiten nicht löslich[1]). Kleine Mengen von Schwefel und Phosphor, ebenso auch Seifen werden von den Fetten in Lösung gebracht.

Chemische Zusammensetzung. Die Hauptmasse der natürlichen Fette besteht aus Glyzerinäthern der Fettsäuren. Die Fette in jenem Zustande, wie sie aus den Pflanzen abgeschieden werden, sind jedoch niemals reine Glyzeride, sondern Gemenge mehrerer Glyzeride (»Neutralfette«), die noch größere und kleinere Mengen freier Fettsäuren, Phytosterine, Lecithine, riechende Substanzen, Farbstoffe, Eiweißkörper und Zellulose enthalten. Die Gesamtmenge aller in Äther löslichen Fettbestandteile werden als »Rohfett« bezeichnet.

Die Fette enthalten meist Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$, Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ und Ölsäure $C_{18}H_{34}O_2$ (Oleinsäure), an Glyzerin gebunden, als Tripalmitin, Tristearin und Triolein. Nach dem Verhältnis, in welchem die Triglyzeride dieser drei Säuren im Gemenge enthalten sind, wird die äußere Beschaffenheit des Fettes eine wechselnde. In den starren Fetten überragt die Menge des Palmitinsäure- und Stearinsäure-Triglyzerides, in den flüssigen Fetten, den Ölen, hingegen ist das Ölsäure-Triglyzerid vorwiegend. Außer diesen drei Hauptbestandteilen der Fette finden sich in denselben noch in geringerer Menge die Glyzeride anderer Säuren vor. So z. B. in manchen ranzig gewordenen Pflanzenfetten die Glyzeride der Propionsäure $C_3H_6O_2$, der Buttersäure $C_4H_8O_2$, der Valeriansäure $C_5H_{10}O_2$; im Macassaröl die Glyzeride der Essigsäure $C_2H_7O_2$ und der Buttersäure; im Kokosnußfett die Glyzeride der Kapronsäure $C_6H_{12}O_2$, der Caprylsäure $C_8H_{16}O_2$, der Caprinsäure $C_{10}H_{20}O_2$; im Kokosnußfett, Lorbeerfett und Pichurimfett das Glyzerid der Myristinsäure $C_{14}H_{28}O_2$ und noch einiger anderer Glieder der Essigsäurereihe, welche bei den betreffenden Fetten genannt werden sollen. — Außer den schon oben erwähnten Ölsäuren finden sich in den Pflanzenfetten aus der Ölsäurereihe noch folgende Glieder dieser Reihe: Tiglinsäure $C_5H_8O_2$ im Krotonöl, Erucasäure $C_{22}H_{42}O_2$ im Rüböl und Senföl. Einige fette Öle enthalten auch noch Glyzeride wasserstoffärmerer Säuren, so z. B. das Leinöl die Glyzeride der Linolsäure $C_{18}H_{32}O_2$, der Linolen- und der Isolinolensäure $C_{18}H_{30}O_2$ und das Rizinusöl das Glyzerid der Rizinölsäure $C_{18}H_{34}O_3$.

Beim Kochen der Fette mit starken Basen findet Verseifung statt, ein Prozeß, wobei sich Glyzerin und fettsaure Alkalien, Seifen,

[1]) Hefter, l. c., p. 88.

bilden[1]). Bei trockener Destillation zersetzen sich die Fette. Das Glyzerin liefert hierbei Akrolein. Die frei werdenden fetten Säuren werden durch die Hitze entweder zerstört oder können sich unverändert verflüchtigen.

Reine, feste Fette verändern sich an der Luft gar nicht. Die rohen, festen Pflanzenfette hingegen, die neben dem Glyzerin auch noch andere Stoffe, z. B. Eiweißkörper führen, absorbieren alsbald Sauerstoff, werden etwas konsistenter und nehmen einen unangenehmen Geruch und Geschmack an, sie werden ranzig. Das Ranzigwerden beruht auf einer Spaltung der Fette in freie Fettsäuren, welche aus der Masse herauskristallisieren, wodurch das Gemisch an Konsistenz gewinnt, und Glyzerin; ferner auf der Bildung geringer Mengen von flüchtigen Fettsäuren (Buttersäure, Valeriansäure, Kapronsäure), welche den unangenehmen Geruch und Geschmack bedingen. Reine flüssige Fette verhalten sich an der Luft, wie die reinen festen Fette, unverändert. Über die Ursache des Ranzigwerdens der Fette sind viele Untersuchungen angestellt worden, ohne die Frage in endgültiger Form zu lösen. Gewiß ist, daß zum Ranzigwerden außer Luft noch die Gegenwart von Wasser notwendig ist[2]). Einige Forscher betrachten das Ranzigwerden als eine durch Mikroorganismen bewirkte Zersetzung (C. Virchow, Lüdy, v. Klecki), andere schließen aus ihren Beobachtungen, daß Mikroorganismen keine Rolle spielen (Duclaux, Ritsert). Nach A. Mjoen[3]) vermögen Bakterien frische Fette nicht zu zersetzen, wohl aber greifen sie in den Zersetzungsprozeß ein, wenn die Fette durch andere Ursachen ranzig geworden sind. Auch die Mitwirkung von Enzymen wird von einigen Forschern angenommen[4]). Das Ranzigwerden läßt sich als eine teilweise Spaltung des Fettes mit darauffolgender Oxydation der Komponenten des Fettmoleküls auffassen[5]). Der Vorgang spielt sich nur bei Gegenwart von Wasser und Luft ab und wird in hohem Grade von der Temperatur und dem Lichte beeinflußt.

Die unreinen flüssigen Pflanzenfette (Öle) verhalten sich, der Luft ausgesetzt, sehr verschieden. Die einen absorbieren an der Luft Sauerstoff, werden dick und verwandeln sich, in dünnen Lagen auf Holz oder Glas aufgestrichen, zu einer festen durchscheinenden Masse: trocknende Öle (Leinöl, Hanföl); die anderen bleiben an der Luft flüssig und werden ranzig: nicht trocknende Öle (Olivenöl, Mandelöl). In chemischer

1) Gegenwärtig nennt man jede Reaktion, bei welcher sich die Fette, auch ohne Mitwirkung von Basen, unter Aufnahme von Wasser, in Glyzerin und Fettsäuren zerlegen, eine Verseifung. S. Benedikt und Ulzer, Analyse der Fette. 5. Aufl., p. 37.

2) Hefter, l. c., p. 126.

3) Ref. in Pharmazeutische Zentralhalle **39** (1898), p. 96.

4) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 31.

5) Hefter, l. c., p. 123.

Beziehung sind die trocknenden Öle, von den nicht trocknenden dadurch unterschieden, daß erstere größere Mengen der Glyzeride von Linolsäure, Linolensäure und verwandten Säuren enthalten. Einzelne Öle sind Gemenge von Glyzeriden der erwähnten Säuren und der Ölsäure, erhärten an der Luft nur sehr langsam und werden schwach trocknende Öle genannt (Baumwollsamenöl, Sesamöl). Eine scharfe Sonderung in trocknende und nichttrocknende Öle ist übrigens nicht möglich, da letztere bei höheren Temperaturen eine Neigung zum Trocknen zeigen[1]).

Verwendung der Fette. Die Verwendung der Fette ist eine sehr vielseitige. Als Nahrungsmittel sind die Fette für den menschlichen Haushalt unentbehrlich, als Heilmittel spielen viele Fette entweder direkt oder indirekt (zur Herstellung verschiedener pharmazeutischer Präparate) eine große Rolle. Die Fette dienen den verschiedenartigsten technischen Zwecken: als Beleuchtungsmaterial, als Schmiermittel usw. Für eine Reihe von Industrien sind die Fette die zu verarbeitenden Rohstoffe: Firnis-, Lack-, Facktis-, Türkischrotöl-, Kerzen-, Seifenfabrikation. Als flüssige Brennstoffe haben die Fette heute ihre Bedeutung verloren, da sie unter den gegenwärtigen Verhältnissen (hohe Preise!) mit Roherdöl und anderen Kohlenwasserstoffbrennstoffen nicht konkurrieren können. Aber da diese Verhältnisse sich ändern können und in letzter Zeit die besten Erfahrungen über die Verwendung fetter Öle als Brennstoff für den Motorenbetrieb gemacht wurden und andererseits die natürlichen Quellen der jetzt in Gebrauch stehenden Brennstoffe endlich versiegen können und speziell die Pflanzenöle den Vorzug besitzen, daß sie durch die Landwirtschaft in großem Umfange produziert werden können, so ist die Möglichkeit ihrer Konkurrenz mit den erwähnten Brennstoffen nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern eher einmal als vorhanden anzusehen[2]).

---

1) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 30. — Die moderne Chemie wendet zur näheren Charakteristik der Fette eine Reihe quantitativer Reaktionen an, welche ein vergleichendes, nicht absolutes Maß für den Gehalt eines Fettes an bestimmten Körpergruppen geben und mit deren Hilfe die sogenannten Konstanten aufgestellt werden. Da jedoch diese Zahlen bei einem und demselben Fett mit der Herkunft, Gewinnungsweise desselben bedeutend variieren, daher nur relativen Wert besitzen, werden dieselben bei der Besprechung der einzelnen Fette nicht berücksichtigt, sondern diesbezüglich auf die Werke: Analyse der Fette und Wachsarten von Benedikt und Ulzer, V. Aufl., 1908 und Lewkowitsch, Laboratoriumsbuch f. d. Fett- und Öl-Ind., 1902 verwiesen.

2) E. Donath, Der steigende Bedarf an flüssigen Brennstoffen und die Landwirtschaft. Wiener landwirtsch. Zeitung 1912, Sonderabdr. p. 9.

Übersicht der fettliefernden Gewächse.

A. Thallophyten.

Hypocreaceen.

Clariceps purpurea Tul. (Mutterkorn). — Mutterkornöl. Mjoen, Archiv. d. Pharm. CCXXXIV, p. 278—283. Benedikt u. Ulzer, Analyse der Fette, 5. Aufl., p. 829.

B. Embryophyten.

1. Coniferen.

Picea excelsa Link. — Fichtensamenöl, wird zu Ölfarben, Firnissen und als Brennöl verwendet. Schaedler, Technologie der Fette und Öle, 2. Aufl., p. 732.

Abies excelsa Mill. (= Ab. pectinata DC.). — Tannensamenöl, wird zur Firnisbereitung und als Brennöl verwendet. Schaedler, l. c., p. 731.

Pinus silvestris L. — Kiefernsamenöl, liefert vorzüglichen Firnis. Schaedler, l. c., p. 731.

Pinus Cembra L. — Zedernußöl. Aus den Samen, Zirbelnüssen, wird im asiatischen und europäischen Rußland ein zu Speisezwecken — nicht aber zur Firnisbereitung — verwendbares Öl gewonnen. Hefter, Technologie der Fette und Öle II, p. 151.

Cephalotaxus drupacea Sieb. et Zucc. — Japan. Das kalt gepreßte Öl, »Jenkayaöl«, wird in Japan zu Brennzwecken, in der Fabrikation von Ölpapier, zur Herstellung von Farben und Lacken und als insektenvertilgendes Mittel verwendet. Mitsumaru Tsujimoto, Über einige japanische Pflanzenöle, Chemische Revue XV, p. 169.

Torreya nucifera Sieb. et Zucc. — Aus den Samen wird in Japan das »Kayaöl« gewonnen, das kalt gepreßt als Speiseöl zu denselben Zwecken wie das Jenkayaöl verwendet wird. Chemische Revue XV, p. 168.

Torr. californica Torr. (= Tumion californium Greene). — Aus den Früchten wird das kalifornische Muskatöl gewonnen, Hefter, l. c., p. 498.

2. Gramineen.

Zea Mays L. — Maisöl, wird vorzugsweise in der Seifenfabrikation zur Herstellung von Schmierseifen, in Amerika zu Firnis- und Anstrichfarben verarbeitet. Als Brennöl leistet es gute Dienste. Weniger findet das Maisöl als Speiseöl Anwendung. Hefter, l. c., p. 288. Schaedler, l. c., p. 654. Hart, Chem. Zeitung 1893, p. 1522. de Negri und Fabris, Zeitschr. f. analyt. Chem. 1894, p. 565.

Oryza sativa L. — Reisöl, ist für die Seifen- und Kerzenfabrikation geeignet. Smetham, Journ. Soc. Chem. Ind. 1893, p. 848. — Hefter, l. c., p. 297. — Benedikt u. Ulzer, l. c., p. 719.

Avena sativa L. — Haferöl, ist nach Moljawko u. Wisotzki dem Rüböl sehr ähnlich. Chem. Zeitg. 1894, p. 804; 1895, p. 650. Benedikt u. Ulzer, l. c., p. 720.

3. Cyperaceen.

Cyperus esculentus L. Südeuropa, Nordafrika. — Die Knollen enthalten das Erdmandelöl, das in Ägypten und Italien als feinstes Speiseöl und auch in der Seifenfabrikation Anwendung findet. Schaedler, l. c., p. 565. — Benedikt u. Ulzer, l. c., p. 828.

4. Palmen.

Cocos nucifera L., s. Kokosnußfett.

Cocos butyracea L. (= Elaeis butyracea Kunth). Brasilien. — Soll einen Teil des käuflichen Kokosnußfettes liefern. Duchesne, Rep. des plantes utiles etc., p. 26. Henkel, Die Naturprodukte im Welthandel. Stuttgart 1868, I, p. 254.

Attalea Cohune Mart. Honduras. — Liefert eine Art Kokosnußfett, Cohuneöl. Journal of the Society of arts. II, Nr. 81, p. 500. Seemann, Die Palmen, Leipzig 1867, p. 55. Semler, Tropische Agrikultur. 2. Aufl., I (1897), p. 658. Schaedler, l. c., p. 844.

Att. Maripa Aubl.
Att. excelsa Mart.
Att. spectabilis

Westindien, franz. Guayana. — Das durch Auskochen der Früchte gewonnene Fett — Maripafett — dient als Speisefett und Heilmittel gegen Rheumatismus. Hefter, l. c., p. 620. Chem. Revue X, p. 236.

Elaeis guineensis L. (= El. guineensis Jacq.), s. Palmfett.

El. melanococca Gärtn. (= Alfonsia oleifera Humb.). Amerika. — Liefert auf Panama Fett. Seemann, Herald Exped., p. 71. Semler, l. c., p. 658.

Astrocaryum vulgare Mart., s. Fett von *Astrocar. vulgare.*

Guilielma speciosa Mart. (= Bactris gasipaes Kunth). Guyana und Neugranada. — Die Samen (graines de Paripous) enthalten 31,4 Proz. Fett. Duchesne, l. c., p. 25. Cat. des Col. fr. 1867, p. 88.

Bactris Plumeriana Mart. (»Affendorn«) Surinam. — In den Samen 34,8 Proz. Fett, das aus 86,4 Proz. Trilaurin und 13,6 Proz. Triolein besteht. Benedikt u. Ulzer, l. c., p. 881.

Oenocarpus Batava Mart. Am Maranhon und Orinoco. — Die Früchte liefern ein vorzügliches Öl, Comuöl genannt. Spruce, Hook.

Journ. of Bot. VI, p. 334. Seemann, l. c., p. 187. Semler, l. c., p. 746. Schaedler, l. c., p. 844.

Oenoc. bacaba Mart. Brasilien, Guayana. — Comuöl, Seemann, l. c., p. 187. Cat. des Col. fr. 1867, p. 88. Schaedler, l. c., p. 844.

Acrocomia sclerocarpa Mart. (= Bactris minor Gärt. = Cocos aculenta Jacq.). Auf Trinidad, Jamaika und in Brasilien wird aus dem Samengewebe ein goldgelbes Fett — Macajabutter, Macajaöl — mit Veilchengeruch und süßlichem Geschmack gewonnen, welches in Westindien als Palmöl käuflich ist und auch im europäischen Handel vorkommt. Nach Semler (l. c., p. 791) werden die Samen leicht geröstet und in einer Mühle zu Brei gerieben, schwach erwärmt, mit kochendem Wasser behandelt und wird dann das Fett in Säcken zwischen erwärmten Eisenplatten ausgepreßt. Die Samen enthalten 70—80 Proz. Fett. Duchesne, l. c., p 24. Seemann, l. c., p. 32. Henkel, Zeitschr. d. allg. österr. Apothekerver. 1865, p. 63. Cat. d. Col. fr. 1867, p. 88. Semler, l. c., p. 741. Hefter, l. c., p. 621.

Mauritia vinifera Mart. Brasilien. — Liefert das Muritifett. Schaedler, l. c., p. 844.

Manicaria saccifera Gärt. (= Pilophora testicularis Jacq.) (»Mützenpalme«). Brasilien, Guayana, Westindien. — Gibt das Tulurufett. Schaedler, l. c., p. 845.

Euterpe oleracea Mart. (Pinol- oder Kohlpalme). Brasilien. — Liefert das Parapalmöl (Parabutter). Schaedler, l. c., p. 845.

5. Juglandaceen.

Juglans regia L., s. Nußöl.

Jugl. nigra L. Nordamerika. — Schwarznußöl. Stone. Chem. Zentralbl. I (1895), p. 22.

Carya alba Michaux
Car. illinoënsis Nutt.
Car. olivæformis Nutt.

Nordamerika. — Die Früchte sind unter dem Namen Hickorynüsse bekannt. Aus dem Samen wird das in Amerika als Speiseöl, Brennöl und Heilmittel verwendete Hickoryöl gepreßt. Schaedler, l. c., p. 729. Wiesner, l. c., p. 714.

6. Betulaceen.

Corylus Avellana L. Europa. — Haselnußöl, gleicht im Geschmack dem Mandelöl, zu dessen Verfälschung es auch genommen wird, dient sonst als Speiseöl, zu Parfümeriezwecken und als Zusatz zu Schokolade, das heißgepreßte Öl als Brennöl, Maschinenöl und zur Seifenfabrikation. Schaedler, l. c., p. 651. Soltsien, Chem. Zeitung Rep. 1893, p. 222. Benedikt u. Ulzer, l. c., p. 799.

7. Fagaceen.

Fagus silvatica L. Europa. — S. Bucheckeröl.

8. Moraceen.

Cannabis sativa L. Europa. — Hanföl.

9. Olacaceen.

Ximenia americana L. Trop. Afrika; an der Küste Deutsch-Ostafrikas führt die Pflanze den Namen »Mpingi«. — Aus den Samen wird ein Öl gewonnen, das zu Speisezwecken und zur Seifenfabrikation dient. H. Harms, »Die Öle und Fettpflanzen Ostafrikas«. Englers Pflanzenwelt Ostafrikas, p. 468. Tropenpflanzer XII, p. 549.

Coula edulis Baik. Westafrika. — Die Samen geben 32,88 Proz. Tafelöl. Harms, l. c., p. 468.

10. Magnoliaceen.

Michelia Champaca L. (M. rufinervis DC.). Malayischer Archipel. — Das dunkelbraune Fett von Butterkonsistenz »Micheliafett, Minjaktjampaka« wird auf Sumatra aus den Samen gewonnen. Sack, Pharm. Wochenbl. 1903, 40, 103. Chem. Revue X, p. 83.

11. Amarantaceen.

Celosia cristata L. (Hahnenkamm). Die Samen geben das grünlichbraun gefärbte, in Alkohol nur wenig lösliche Celosiaöl. de Negri und Fabris, Pharm. Post. 1896, p. 189. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 692.

12. Myristicaceen.

Virola sebifera Aubl., s. Virolafett.

Vir. surinamensis (Rol.) Warb., s. Ölnußfett.

Vir. Bicuhyba (Schott.) Warb., s. Bicuhybafett.

Vir. guatemalensis (Hemsl.) Warb. Guatemala. Engler-Prantl, l. c., Nachträge zu III, 2, p. 166.

Vir. venezuelensis Aubl. Venezuela. — Durch Extraktion mit Äther erhält man aus den Samen 62 Proz. eines gelbbraunen, kristallinischen Fettes. Grimme, Über neuere und wenig untersuchte Ölfrüchte. Chem. Revue XVII, p. 234.

Vir. Micheli Heckel. Heckel, Les graines grasses, 1902.

Myristica fragrans Houtt. (= M. moschata Thunb. = M. aromatica Lam. = M. officinalis L. fil.), s. Muskatbutter.

Myr. Otoba Humb. et Bonpl., s. Otobafett.

Myr. officinalis Mart., s. Bicuhybafett.

Myr. angolensis B. und *M. longifolia Don.* Westafrika. — Die Samen enthalten 60—70 Proz. Fett. Schaedler, l. c., p. 814.

Myr. argentea Warb. Neu-Guinea (»Papua- oder Lange Muskatnuß«). — Wehmer, Pflanzenstoffe, 1911, p. 220.

Gymnacranthera canarica (King.) Warb. Vorderindien bis Philippinen. — Das Samenfett wird verwendet. Engler-Prantl, l. c., Nachträge zu III, 2, p. 167.

Coelocaryum Cuneatum Warbg. (= *C. Klainii Pierre.*) Kongo. *Coel. Preussii Warbg.* Gabon. } Liefern ein der Muskatbutter nahestehendes Fett. Hefter, l. c., p. 628. Wehmer, l. c., p. 221.

Scyphocephalium chrysotrix Warbg. (= Ochocoa Gaboni Pierre). Gabon. — Die Samen, Ochoconüsse genannt, enthalten in den Kotyledonen 80,84 Proz. Fett. »Ochocobutter.« Hefter, l. c., p. 632. Wehmer, l. c., p. 221.

Pycnanthus microcephala Benth. St. Thomé. — Die fettreichen Samen werden gleichfalls Ochoconüsse genannt. Wehmer, l. c., p. 221.

Pyc. Kombo Warb. Kongo. — Die Samen liefern die »Kombobutter«. Wehmer, l. c., p. 221.

Staudtia Kamerunensis Warbg. Franz. Kongo, Kamerun. — Das Fett »Staudtia-Butter« ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, hat die Farbe des Bienenwachses und besitzt einen eigenen aromatischen Geruch und Geschmack. Hefter, l. c., p. 637.

13. Lauraceen.

Laurus nobilis L. Mittelmeergebiet. — Lorbeerfett wird aus den Beeren des Lorbeerbaumes gewonnen, hat eine grüne Farbe, bitteren Geschmack, aromatischen Geruch und butterartige Konsistenz. Es besteht hauptsächlich aus Trilaurin, etwas Myristin, enthält kleine Mengen von Harz, Chlorophyll und einem ätherischen Öl. Es wird als Gewürz und in der Veterinärheilkunde verwendet. Schaedler, l. c., p. 822. Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1894, p. 569. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 887.

Tetranthera laurifolia Jacq. (= Sebifera glutinosa Lour.). Cochinchina, Java. — Die Samen geben durch Auskochen ein festes Fett, den Lorbeertalg, der in der Kerzenfabrikation Verwendung findet. Schaedler, l. c., p. 822. Ähnliche Produkte liefern *Tetr. citrala Nees, T. glabraria Nees* und *T. Roxburghii?* Chem. Revue XI, p. 127.

Litsea sebifera Bl. (= Lepiladenia Wightiana Nees. = Cyclicodaphne Wightiana Nees.). Westl. Java. — Die Samen liefern ein Fett, welches Minjak Tangkallah genannt und zur Kerzenbereitung verwendet wird. Miquel, Flora v. Nederl. Indie I, p. 934. Henkel, l. c. Die Früchte eines Baumes reichen hin, um 500 Kerzen zu fabrizieren. Schaedler, l. c., p. 822. Semler, Tropische Agrikultur. 2. Aufl., II, p. 557.

Persea gratissima Gärt. Nordbrasilien, Westindien. — Aus den faustgroßen Früchten »Alligatorbirnen« wird das Advogatofett (Perseafett) dargestellt, das in Amerika bei der Seifenfabrikation Anwendung findet. Schaedler, l. c., p. 823. Semler, l. c., p. 522.

14. Papaveraceen.

Papaver somniferum L., s. Mohnöl.

Glaucium luteum Scrp. (= Chelidonium glaucium L.). Seeküsten Europas. — Hornmohnöl, wird als Speiseöl, Brennöl und in der Seifenfabrikation verwendet. Schaedler, l. c., p. 705.

Argemone mexicana L. Zentralamerika, trop. Afrika. — Die Samen geben ein hellgelbes, klares Öl, das zum Brennen, als Schmieröl und medizinisch Anwendung findet. Wiesner, Rohstoffe, 1. Aufl., p. 713. Harms, l. c., p. 469. Schaedler, l. c., p. 706.

15. Cruciferen.

Brassica nigra (L.) Koch, s. Senföl.

Br. campestris L.
Br. Napus L.
Br. Rapa L.
} s. Rüböl.

Br. juncea (L.) D C. Abessynien, Angola, in Indien gebaut. — Das Öl, unter dem Namen »Indian Mustard oil« bekannt, ist Nahrungsmittel. Harms, l. c., p. 470.

Sinapis alba L., s. Senföl.

Camelina sativa (L.) Fr. Leindotteröl. Schaedler, l. c., p. 696. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 695.

Raphanus sativus L. Rettigöl, ist ziemlich haltbar, wird als Speiseöl und in China z. T. auch zur Bereitung der schwarzen Tusche verwendet. Schaedler, l. c., p. 608. de Negri und Fabris, Zeitschr. f. analyt. Chemie 1894, p. 555.

Rap. Raphanistrum L. Hederichöl, wird wie Rüböl verwendet. Schaedler, l. c., p. 609. Valenta, Dinglers polyt. Jour. CCXLVII, p. 36.

Lepidium sativum L. Gartenkressenöl, dient als Ersatz des Rüböls. de Negri und Fabris, Annali del Laboratorio chimico delle Gabelle 1893.

Hesperis matronalis L. Rotrapsöl, huile de julienne: dieses grünlich gefärbte, beim Aufbewahren braun werdende, schnell trocknende Öl findet als Brennöl Anwendung. Schaedler, l. c., p. 698. de Negri und Fabris, Annali del Laborat. chim. d. Gab. 1891—92, p. 151.

16. Resedaceen.

Reseda luteola D C. Resedasamenöl, Wauöl; wird bei der Firnisfabrikation und als Brennöl benutzt. Benedikt und Lewkowitsch,

Chemical annal of oils, fats and wattes, p. 297. Schaedler, l. c., p. 706.

17. Moringaceen.

Moringa oleifera Lam. (= M. pterygosperma Gärtn.). Indien, Westindien kultiviert. — Die Samen liefern ein klares, schwach gelbliches, geruchloses Öl von süßlichem Geschmack, das sehr schwer ranzig wird. Das Öl führt den Namen Behenöl, Ben-oil und wird als Uhrmacheröl, Haaröl, Parfümerieöl, in Westindien das kalt gepreßte als Salatöl, in Indien das warm gepreßte als Mittel gegen Rheumatismus verwendet. Wiesner, Rohstoffe, l. c., p. 713. Schaedler, l. c., p. 520. Harms, l. c., p. 470. Semler, Trop. Agrik., 2. Aufl., II, p. 523. Völcker, Annalen d. Chemie LXIV, p. 342.

18. Rosaceen.

Prunus Amygdalus Stokes (= Amygdalus communis L.), s. Mandelöl.

Pr. Armeniaca L. Aprikosenkernöl, Marmottöl, huile de marmotte, dem Mandelöl ähnlich, wird zur Verfälschung des letzteren in großem Maßstabe verwendet. Schaedler, l. c., p. 536. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 775.

Pr. Brigantiaca Vill. Südöstl. Frankreich. Marmottöl.

Pr. Persica (L.) Sieb et Zucc. Pfirsichkernöl, Verwendung wie Mandelöl. Schaedler, l. c., p. 536. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 775.

Pr. domestica L. Pflaumenkernöl, wird namentlich in Württemberg gewonnen und als Speise- und Brennöl benutzt. Schaedler, l. c., p. 538. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1894, p. 558.

Pr. Cerasus L. Kirschkernöl, Verwendung dieselbe wie die des Pflaumenkernöls. Schaedler, l. c., p. 539. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1894, p. 558.

Pr. Laurocerasus L. Südl. Europa. — Kirschlorbeeröl, ist dem Kirschkernöl ähnlich. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 771.

Pyrus Malus L. Apfelsamenöl
P. communis L. Birnensamenöl
} werden in Württemberg zu Speise- und Brennzwecken verwendet. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 782.

Chrysobalanus Icoca L. Westindien und nordöstl. Südamerika. — Icocaöl, als Speiseöl geschätzt. Schaedler, l. c., p. 540.

Parinarium Mobola Oliv. Angola, Sambesi. — Die Samen »Mabosamen«, werden als Ölsamen gelegentlich nach Europa importiert. Harms, l. c., p. 471. Semler, l. c., p. 552.

Parin. senegalense Guill. et Perr. Trop. Afrika. — Die Früchte »pommes du cayor« enthalten 1—2 fettreiche Samen. Das Öl »Néonöl, huile de Néon de Senegal« trocknet rasch ein und kann als Ersatz

des Leinöls zur Firnisbereitung Anwendung finden. Heckel, Les graines grasses nouvelles, 1902, p. 40.

Moquilia tomentosa Benth. Brasilien. — Die Samen enthalten in ihrem gelben Kern 48,26 Proz. Öl, das mit Äther extrahierbar und schwach trocknend ist, eine dunkelbraune Farbe sowie stark viskosen Charakter besitzt. Grimme, Chem. Revue XVII, p. 157.

19. Leguminosen.

Mimosa scandens Roxb. (= Entada scandens Benth.). Bengalen. — Die Samen geben 30 Proz. Öl. Schaedler, l. c., p. 511.

Pithecolobium dulce Benth. Mexiko; in Ostindien kultiviert. — Das aus den Samen gepreßte Öl ist gelblich-weiß, sehr viskos und wird in Ostindien medizinisch verwendet. A. Kesava-Menon, Über einige indische Öle und Fette, Chem. Rev. XVIII, p. 140.

Adenanthera paronina L. (Korallenbaum). Trop. Indien. — Die Samen geben etwa 35 Proz. Öl. Schaedler, l. c., p. 511.

Parkia biglandulosa Br. Ostindien. — 18 Proz. Öl. »Ingaöl« Schaedler, l. c., p. 511.

Pentaclethra macrophylla Benth. Westafrika. — Das aus den Samen gepreßte Öl (44 Proz.) ähnelt dem Arachisöl, enthält viele Fettsäuren von hohem Schmelzpunkt und führt den Namen »Owalaöl«. Wiesner, l. c., p. 709. J. Moeller, Über afrik. Ölsamen, Dinglers polyt. Journal CCXXXVIII (1880), p. 252. Harms, l. c., p. 472. Schaedler, l. c., p. 510. Semler, l. c., p. 529.

Tamarindus indica L. Tropisches Asien und Afrika. — Die Samen enthalten 20 Proz. eines dickflüssigen Öls, das als Brennöl verwendet wird. Schaedler, l. c., p. 525.

Bauhinia variegata L. und *B. candida. Roxb.* Indien. — 30 Proz. Öl. Schaedler, l. c., p. 525.

Cæsalpinia Bonducella Roxb. Trop. Asien und Afrika. — Die Samen, Nickersamen, Nicker Seeds, liefern das Bonducnußöl, das als Brennöl und als Arzneimittel verwendet wird. Schaedler, l. c., p. 524.

Psoralea corylifolia L. (»Bavanchi«). Indien. — Die Samen, die nach England unter dem Namen »Bawchan-Saat« eingeführt werden, geben ein mit Äther extrahierbares, dickes, rötlich-braunes Öl, das in Indien medizinisch Verwendung findet. A. Kesava-Menon, Über einige indische Öle und Fette, Chem. Revue XVIII, p. 140.

Arachis hypogæa L., s. Arachisöl.

Coumarouna odorata Aubl. (= Dipteryx odorata Willd.). Guayana. — Die Samen »Toncabohnen« enthalten etwa 25 Proz. eines farblosen Öls, das Kumarin gelöst enthält und in der Parfümerie beschränkte Anwendung findet. Schaedler, l. c., p. 524. Hefter, l. c., p. 466.

Dahlbergia arborea Roxb. (= Pongamia glabra Vent.). In ganz Indien verbreitet. — Die Samen geben das dickflüssige, dunkelgelbe »Korungöl«, das medizinisch und als Brennöl benutzt wird. Schaedler, l. c., p. 526. Grimme, Über neuere und wenig untersuchte Ölfrüchte, Chem. Rev. XVII, p. 235.

Glycine hispida Maxim. (= Soja hispida Mönch.). Trop. Afrika, Asien. — S. Sojabohnenöl.

Butea frondosa Roxb. (Kinobaum). Indien. — Die Samen liefern das dickflüssige, gelbe Kinobaumöl. Schaedler, l. c., p. 526.

20. Linaceen.

Linum usitatissimum L., s. Leinöl.

21. Zygophyllaceen.

Balanites aegyptiaca Delile. Nördl. trop. Afrika. — Der Baum führt in seiner Heimat den Namen »Mkorga«. Aus den zerkleinerten, dann ausgekochten Samen wird das »Zachunöl« gewonnen, das dem Sesam bzw. Mohnöl ähnlich ist, sich aber von diesen Ölen dadurch unterscheidet, daß es bei tieferer Temperatur leichter als jene erstarrt; es dient zum Einreiben und als Speiseöl. Schaedler, l. c., p. 186. Harms, l. c., p. 662. Arnold, Zeitschr. f. Untersuchung der Nähr- und Genußmittel, Bd. 23, Heft 8.

22. Simarubaceen.

Irvingia gabonensis (Aubry-Lec.) Baill. (inklusive *I. Barteri Hook. fil.,* Oba-Baum) s. Dikafett.

Irv. Oliveri Pierre. Cochinchina.

Irv. malayana Oliv. Malakka.

Picramnia Tariri D C. Guyana
P. Camboita Engl. Brasilien
P. Lindeniana Tul. Guatemala

Taririfett. Chem. Zeit. 1892, p. 16, Rep. 30. Das Fett wurde zuerst von A. Arnaud (Compt. rend. 1892, Bd. 114, p. 79) beschrieben, später von Grimme genau untersucht und dessen Zusammensetzung ermittelt. (Über das Fett von *Picramnia Lindeniana* Chem. Revue XIX, p. 51 ff.)

Odyendea gabonensis Engl. (= Quassia gabonensis Pierre). Trop. Afrika. — Durch Auspressen der Samen erhält man ein bei gewöhnlicher Temperatur festes Fett von gelber Farbe, »Odyendyébutter«. Das Fett hat bitteren Geschmack, der sich durch Waschen mit Wasser entfernen läßt. Heckel, Les graines grasses nouv., Paris 1902, p. 25. Hefter, l. c., p. 677.

23. Burseraceen.

Canarium Schweinfurthii Engl. Trop. Westafrika. — Aus den Fruchtschalen wird ein rotes, wohlriechendes Öl gepreßt oder es werden die Früchte einige Tage in Wasser gelegt und das an der Oberfläche sich ansammelnde Öl abgeschöpft. Harms, l. c., p. 474.

Can. commune L. Molukken, Malabar. — Die mandelähnlichen Samen geben ein halbfestes Fett, das »Java-Mandelöl« (huile de Canari, Java almond oil); es hat einen angenehmen kakaoartigen Geschmack und Geruch und dient als Speiseöl. Schaedler, l. c., p. 779. Semler, l. c., p. 528. Pastrovich, Chem. Zeitung 1907, p. 782.

Can. decumanum Rumph.
Can. oleosum Engl.
} Tropenländer der alten Welt. — Die Samen geben ein als Speise- und Brennöl verwendbares Öl. Engler, in Engler-Prantl, l. c., III, 4, p. 242. Grimme, Über einige seltene Ölfrüchte. Chem. Revue XVII, p. 178.

Canarium polyphyllum K. Schum. Deutsch-Neu-Guinea. — Die Nüsse geben durch Extraktion mit Äther 68,23 Proz. eines weißgelb gefärbten Fettes, das frei von jedem unangenehmen Beigeschmack ist und sich seiner sonstigen Eigenschaften wegen sehr gut für Margarinefabrikation eignen würde: Krause, Eine neue Fettfrucht aus Deutsch-Neu-Guinea, Tropenpflanzer XVII, p. 147 ff.

24. Meliaceen.

Carapa moluccensis Lam. Küsten des trop. Asiens
Car. procera DC. (= C. Touloucouna Guill. et Perr.). Trop. Westafrika
Car. guyanensis Aubl. Trop. Amerika
} s. Carapafett.

Trichilia emetica Vahl. Trop. Afrika. — Das aus den »Mafureira« genannten Samen durch Auskochen gewonnene Fett, der »Mafuratalg«, ist gelblich, leicht schmelzbar, riecht wie Kakaobutter und wird zur Seifen- und Stearinfabrikation, auch im Gemisch mit Sesamöl medizinisch verwendet. Schaedler, l. c., p. 556. Hefter, l. c., p. 648. Harms, l. c., p. 476.

Azadirachta indica Juss. (= Melia Azadirachta L.). Indien. — Das aus den Samen durch Pressung oder Extraktion gewonnene Öl, »Zedrachöl, huile de Maryosa, Nimb oil, Kohombaöl« ist scharf, bitter, von unangenehmem, lauchartigem Geruch, wird medizinisch und als Lampenöl benutzt. Wiesner, l. c., p. 711. Schaedler, l. c., p. 789. Harms, l. c., p. 476.

Melia Azedarach L. (nicht zu verwechseln mit *M. Azadirachta L.*). Persischer Flieder. Himalaja. — Liefert das »Melia-Öl«, das nach den

Untersuchungen von Fendler als Firnisöl Verwendung finden könnte. (Apotheker-Zeitung 1904, Nr. 55.) Hefter, l. c., p. 892.

25. Polygalaceen.

Polygala butyracea Heck. Tropisches Westafrika. — Die Samen enthalten ein bei 35° C schmelzendes, bei 52° C erst völlig flüssiges, butterartiges Fett, die »Malukangbutter«, das sich insbesondere zur Margarinefabrikation eignet. Semler, l. c., p. 545.

Xanthophyllum lanceolatum Boerl. Sumatra. — Das grüngelbe Samenfett, »Sioerfett«, hat große Ähnlichkeit mit dem Borneotalg und wird auf Sumatra als Speisefett sowie als Heilmittel gegen Mundfäule verwendet. Das Fett eignet sich auch zur Kerzen- und Seifenfabrikation. Die Preßkuchen enthalten ein giftiges Saponin. Gorter, Arch. Pharm., Bd. 249, Heft 7. Grimme, Ölnüsse aus Singapur. Chem. Revue XVIII, p. 126.

26. Euphorbiaceen.

Putranjiva Roxburghii Wall. Ostindien. — Die Samen geben ein Öl. Wiesner, l. c., p. 157. Cat. des Col. fr. 1867, p. 89.

Croton Tiglium L. Malabarküste, China. — Krotonöl.

Mallotus Philippinensis Müll. (= Rottlera tinctoria Roxb.). Indien. — Aus den Samen wird das klare, hellbraune »Camulöl« gewonnen. Schaedler, l. c., p. 669.

Ricinus communis L.
R. viridis Willd.
R. inermis Jacq.
R. americana Mill.
} s. Rizinusöl.

Aleurites moluccana Willd. (= A. triloba Forst. = Croton moluccanum L.). Tropen und Subtropen der alten Welt, durch Kultur verbreitet. — Die Samen enthalten bis 58 Proz. eines bei kalter Pressung dünnflüssigen, hellgelben, bei warmer Pressung dickflüssigen, rötlichen Öls, »Lichtnußöl, Candlenußöl, Bankulnußöl«. Das Öl wird in China und Japan zur Firnis- und Lackfabrikation verwendet; als Speiseöl ist es nicht geeignet. Die Angaben über die Verwendung des Candlenußöls als Brennöl sind widersprechend. Vorzüglich brauchbar ist dieses Öl jedoch in der Seifenfabrikation. Wiesner, l. c., p. 710. Wichmann, Zool. bot. Gesellsch. in Wien, 1879. Semler, l. c., p. 515. Hefter, l. c., p. 75. Harms, l. c., p. 477.

Aleur. cordata Müll. Arg. Japan, China. — S. Holzöl.

Jatropha Curcas L. Tropisches Amerika, jetzt überall in den Tropen kultiviert. — Liefert das »Curcasöl, Oleum infernale«, das sich durch seine purgierende Wirkung, durch eigentümlichen Geruch und

die schwere Verseifbarkeit auszeichnet. Semler, l. c., p. 509. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 768.

Jatropha multifida L. Südamerika, in den Tropen kultiviert. — Pinkoeöl, ähnlich dem Curcasöl. Wehmer, Pflanzenstoffe, p. 435.

Jatr. glandulifera Roxb. Ostindien. — Das aus den Samen durch Pressen gewonnene strohgelbe Öl, in Indien unter dem Namen »Addaley« bekannt, dient medizinischen Zwecken. Kesava-Menon, Über einige indische Öle und Fette. Chem. Rev. XVIII, p. 139.

Hevea guyanensis Aubl.
Hev. brasiliensis Müll. Arg.
nördl. Südamerika. — Das Öl der Samen, Kautschukbaumöl, huile de Siringa du Bresil, ist seiner trocknenden Eigenschaften wegen zur Bereitung von Firnissen, Kautschukersatzmitteln, Linoleum und zur Darstellung weicher Seifen geeignet. Schaedler, l. c., p. 562. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 666.

Ricinodendron africanum Müll. Arg. Westafrika. — Das Öl, »Essangöl«, wird schwer ranzig, kann als Speiseöl und zur Firnisbereitung verwendet werden. Hefter, l. c., p. 162. Wehmer, l. c., p. 828.

Ric. Rautanenii Schinz. Südafrikanische Steppe. — Die Früchte, »Mankettinüsse«, enthalten in den Samenkernen ein stark trocknendes Öl, das nach Grimme zur Herstellung von Lacken, Anstrichfarben und in der Seifenfabrikation Verwendung finden könnte. Grimme, Über das Öl der Mankettinüsse. Chem. Rev. XX, 1913, p. 2.

Sapium sebiferum Roxb. (= Stillingia sebifera Willd.). S. Chinesischer Talg.

Hura crepitans L. (Sandbüchsenbaum). Tropisches Amerika. — Die Samen enthalten ein Öl »Sand box tree oil«. Schaedler, l. c., p. 561.

Euphorbia Lathyris L. Südl. Europa. — Das Öl der Samen, Purgierkernöl, wird zum Brennen und in der Seifenfabrikation benutzt. Schaedler, l. c., p. 561.

Euph. dracunculoides Lam. (= E. lanceolata Roxb.). Bengalen. — Die Samen enthalten bis 25 Proz. eines gelblich gefärbten Öls, das unter dem Namen »Jy-chee oil« zum Brennen und als Firnisöl verwendet wird. Schaedler, l. c., p. 669.

Pluckenetia conophora Müll. Arg. Kamerun, Tropisches Afrika. — Das aus den Samen gewonnene Öl wird von den Eingeborenen als Speiseöl verwendet. Das Öl ist ein trocknendes Öl, kann als Ersatz des Leinöls zur Linoleum- und Firnisfabrikation Verwendung finden. Wehmer,

l. c., p. 444. Krause und Diesselhorst, Unters. des Öles von *Plukkenetia conoph.* Tropenpflanzer XIII, p. 282.

27. Anacardiaceen.

Buchanania latifolia Roxb. Indien. — Die Samen liefern 40 bis 50 Proz. eines schmackhaften Speiseöls »chironji oil«. Schaedler, l. c., p. 668.

Anacardium occidentale L. Indien, Ostküste Afrikas kultiviert. — Aus den Samen wird das Acajouöl gewonnen, ein helles, schmackhaftes Speiseöl. Wiesner, l. c., p. 709. Harms, l. c., p. 479. Semler, l. c., p. 520. Schaedler, l. c., p. 540.

Pistacia vera L. Mittelmeergebiet. — Pistazienöl. Das aus den Samen gepreßte Öl ist goldgelb, das extrahierte grün gefärbt. Das Öl wird leicht ranzig. Verwendung in der Konditorei. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1894, p. 565.

Pistacia lentiscus L. Südeuropa. — Lentiscusöl, ein dunkelgrünes, halbflüssiges Fett, das durch Auskochen der Beeren gewonnen wird. Schaedler, l. c., p. 581.

28. Hippocastanaceen.

Aesculus Hippocastanum L. — Roßkastanienöl. Die reifen Samen enthalten 6—8 Proz. eines grünlichblauen Öls, das schwer ranzig wird und teils als Brennöl, teils medizinisch verwendet wird. Hefter, l. c., p. 502.

29. Sapindaceen.

Sapindus Pappea Sond. Kap. — Aus den Samen wird Öl gepreßt. Wiesner, l. c., p. 710.

Sap. saponaria L. Westindien, Südamerika
Sap. trifoliatus L. Südasien

die Kotyledonen liefern das Seifenbaumfett, ein weißes, bei 20° C halbflüssiges Fett, das medizinisch und in der Seifenfabrikation Anwendung findet. Wiesner, l. c., p. 710. Schaedler, l. c., p. 783.

Allophyllus racemosus L. Südasien. — Die Samen geben 20,2 Proz. eines braunen, kristallinischen, sehr festen Fettes. Grimme, l. c., p. 263.

Hornea mauritiana Bak. (Arbre à l'huile). Mauritius. — Liefert Öl. Radlkofer in Engler-Prantl, l. c., III, 5, p. 316.

Nephelium lappaceum L. Sundainseln, südliches China. — Die Samen liefern den »Rambutantalg, Ranbutan tallow«, ein Fett, welches neben Ölsäure fast reine Arachinsäure enthält. Schaedler, l. c., p. 785.

Alectryon excelsus Gärt. (Titoki-Baum). Neuseeland. — Das Öl wird zur Salbung des Körpers verwendet. Radlkofer, l. c., p. 340.

Dilodendron bipinnatum Radlk. (Pao-pobre). Brasilien. — Liefert Brenn- und Speiseöl. Radlkofer, l. c., p. 340.

Schleichera trijuga Willd. Ostindien. — Die Samen geben das Makassaröl, ein gelblichweißes Fett von Butterkonsistenz, das auf Celebes als Brennöl, als Haaröl gegen Ungeziefer und medizinisch gegen Hautkrankheiten Verwendung findet. Wiesner, l. c., p. 711. Radlkofer, l. c., p. 294. Semler, l. c., p. 533. Hefter, l. c., p. 654.

Ungnadia speciosa Endl. Texas, Nordamerika. — Die Samen geben ein mildes, mandelartiges Öl, das sich an der Luft lange hält, ohne ranzig zu werden und als vorzügliches Speiseöl sich eignet. Schaedler, l. c, p. 564.

30. Balsaminaceen.

Impatiens racemosa DC. Indien. — Die Samen liefern ein eßbares und zu Beleuchtungszwecken brauchbares Öl. Harms, l. c., p. 480.

31. Vitaceen.

Vitis vinifera L. Das aus den Traubenkernen durch kalte Pressung erhaltene Öl ist goldgelb und süß; bei warmer Pressung ist das Öl braun und bitter, das durch Extraktion gewonnene Öl ist dunkelolivgrün. Erstgenanntes Öl ist Speiseöl, die übrigen Öle dienen der Seifenfabrikation und zum Brennen (das Öl brennt mit wenig leuchtender, aber ganz rauchloser Flamme). Nach Horn kann das Traubenkernöl auch als Ersatz des Rizinusöles bei der Türkischrotölbereitung Verwendung finden. Horn, Mitteil. d. technol. Gewerbemuseums 1891, p. 185. Benedikt und Ulzer, l. c., 5. Aufl., p. 760.

32. Tiliaceen.

Tilia americana L. Amerika. — Das aus dem Holze gewonnene Öl, Baswood-oil, besitzt eine olivenbraune Farbe und ist reich an flüchtigen Fettsäuren. Wichmann, Amer. Chem. Journ. XVII, p. 305 und 308. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 755.

Tilia ulmifolia Scop. Europa. — Die Samen enthalten bis 58 Proz. eines fetten Öles, das in Farbe und Geruch dem besten Olivenöl gleichkommt, sehr schwer ranzig wird, bei starker Temperaturerniedrigung sich gar nicht verändert und nicht fest wird. Schaedler, l. c., p. 578.

33. Malvaceen.

Hibiscus cannabinus L. Ostindien. — Die Samen enthalten 25 Proz. Öl, das Speisezwecken, zum Brennen und als Schmieröl dient. Schaedler, l. c., p. 577.

Thespesia populnea Corr. Küsten des tropischen Afrika und Asiens. — Die Samen geben ein rötlich gefärbtes, dickflüssiges Öl, »huile amère«, das medizinisch Anwendung findet. Harms, l. c., p. 480. Schaedler, l. c., p. 577.

Gossypium herbaceum L., s. Baumwollsamenöl.

34. Bombaceen.

Bombax malabaricum DC. Vorderindien bis Nordaustralien. — Das Öl ist dem Baumwollsamenöl ähnlich. Schaedler, l. c., p. 576.

Ceiba pentandra (L.) Gärt. (= Eriodendron anfractuosum DC.). Tropisches Amerika, Ostindien. — Liefert das grünlich gefärbte »Kapoköl«, das in der Seifenfabrikation, als Ersatz für Baumwollsamenöl, als Speiseöl Anwendung findet. In Ostindien wird das Kapoköl als Brennöl benutzt. Die Samen des Kapokbaumes werden nach Holland importiert und dort auf Öl verarbeitet. Henriques, Chem. Ztg. 1893, p. 1283. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 738. Semler, l. c., p. 532.

35. Sterculiaceen.

Sterculia fœtida L. Indien. — Die Samen enthalten 25 Proz. eines hellgelben, bei 20° C dickflüssigen Öles, Stinkbaumöl, Javaolivenöl, das als Brennöl und in der Seifenfabrikation benutzt wird. Schaedler, l. c., p. 577.

St. triphacea R. Br. } Ostafrika. — Die Samen geben Öl.
St. appendiculata K. Sch. } Harms, l. c., p. 481.

St. acuminata Beauv. (= Cola acuminata Schtt. et End.). Guinea. — Liefert die ölhaltigen Gura- oder Kolanüsse. Schaedler, l. c., p. 578.

Theobroma Cacao L., s. Kakaofett.

36. Ochnaceen.

Lophira alata Banks. Senegambien, Sierra Leone. — Aus den Früchten wird ein zu Küchenzwecken und als Haaröl verwendbares Öl, »meni oder Niamfett« genannt, gewonnen. Schweinfurth, Bot. Erg. d. ersten Niam-Niam Reise. Bot. Ztg. 1871, p. 316. Harms, l. c., p. 481. Semler, l. c., p. 531. Tropenpflanzer XIII, p. 296.

37. Caryocaraceen.

Caryocar tomentosum Cur. (= Pekea guyanensis [?]). Tropisches Amerika. — Die Früchte geben das angenehm nußartig schmeckende Sawarrifett (Souaributter, huile de noix de Sawarri). Schaedler, l. c., p. 789. Lewkowitsch, Chem. Ztg. 1889, p. 592. Semler, l. c., p. 519.

Car. brasiliensis Cav. (= Rhizobolus amygdalifera Aubl.). Brasilien. — Liefert das Karyokaröl, huile de Piquia. Schaedler, l. c., p. 782.

Rhizobolus butyrosa W. (Butternußbaum). Brasilien, Guayana. — Die ölreiche, butterartige Mittelschicht der Fruchtwand liefert das »Pekeafett«. Schaedler, l. c., p. 782.

38. Theaceen.

Thea Sassanqua (Thunb.) Nois. China, Japan. — Teesamenöl, Sassanquaöl; dieses dem Olivenöl ähnliche, gelb gefärbte Öl wird durch Trocknen, Zermahlen, Dämpfen und nachheriges Auspressen der Samen gewonnen und in China als Speiseöl, Brennöl und in der Seifenfabrikation, in Japan vorzugsweise als Haaröl verwendet. Wiesner, l. c., p. 712. Schaedler, l. c., p. 580. Semler, l. c., p. 524. Mitsumaru Tsujimoto, Über einige jap. Pflanzenöle. Chem. Rev. XV, p. 143. — Der gewöhnliche Teestrauch, *Thea sinensis L.*, enthält in seinen Samen gleichfalls fettes Öl, das jedoch, da bei der Kultur des Tees die Fruchtbildung meistens verhindert wird, für die Gewinnung im Großen keine Bedeutung hat.

Th. japonica Nois (= Camellia japonica L.). Japan. — Die Samen liefern das »Tsubakiöl«, das in Japan von den Uhrmachern als feines Schmieröl, dann als Haaröl und auf der Insel Idzu auch als Speiseöl Verwendung findet. Thunberg, Reisen II, 2, p. 87. Mitsumaru Tsujimoto, l. c., p. 142.

Camellia oleifera Bot. Reg. China. — Liefert Öl, Cha-Yau, das in China zu Beleuchtungszwecken und als Haaröl, aber nicht als Speiseöl verwendet wird. Duchesne, l. c., p. 205. Schaedler, l. c., p. 581.

Cam. drupifera Lour. (= Thea drupifera Pierre). China. — Öl. Duchesne, l. c., p. 205.

39. Guttiferen.

Mesua ferrea L. Ostindien. — Der seines Holzes wegen (Eisenholz) geschätzte Baum liefert aus den Samen 52,9 Proz. eines braunen, nicht trocknenden Öles. Die Eingeborenen benutzen die Samenkerne als Kerzen. Grimme, Über einige seltene Ölfrüchte. Chem. Revue XVII, p. 181.

Calophyllum inophyllum L. Tropisches Asien, Küsten Ostafrikas. — Die Samen, im Handel unter dem Namen »Udilo seeds, Dilo seeds« bekannt, liefern durch Extraktion mit Äther 60,4 Proz. eines harzhaltigen, dunkelgrünen, schwach trocknenden Öles von aromatischem Geruch. Das Öl wird bei 10° C fest; vom Harz befreit ist es gelbbraun, führt die Namen: Ujamplungöl, Pinnay Tun, Dombaöl, Tacamahacfett.

Wiesner, l. c., p. 712. Harms, l. c., p. 481. Grimme, l. c., p. 265. Schaedler, l. c., p. 806.

Cal. Calaba Jacq. Westindien. — Kalabafett. Wiesner, l. c., p. 712. Schaedler, l. c., p. 806.

Garcinia indica Choisy. Indien. — Kokumbutter, Goabutter. Die Samen geben ein talgartiges, brüchiges, kristallinisches, weißlich oder gelblich gefärbtes Fett, das in Indien zur Verfälschung der Sheabutter, als Surrogat für Walrat, als Heilmittel und in der Seifenfabrikation verwendet wird. Wiesner, l. c., p. 197. Engler in Engler-Prantl, l. c., III, 6, p. 239. R. Heise, Chem. Revue 1897, p. 54. Hefter, l. c., p. 671. Semler, l. c., p. 541.

Garc. pictoria Roxb. Vorder- und Hinterindien. — Gambogabutter. Schaedler, l. c., p. 804.

Garc. Morella Desr. (= G. pictoria Roxb.). Ostindien. — Gurgifett. Hooper, Pharm. Journ. 1907, 79, p. 335, in Chem. Rev. XIV, p. 282.

Garc. balansae Pierre. Indien. — Das Öl ist dunkelbraun und dünnflüssig. Grimme, l. c., p. 264.

Garc. tonkinensis Vesque (»Cay-dos«). Tonkin. — Die Annamiten gewinnen aus den Samen ein Brennöl. Les corps gras ind. **29,** Nr. 13, in Chem. Rev. X, p. 83.

Pentadesma butyraceum Don (afrikanischer Butterbaum, Tallow tree). Westafrika. — Die zerkleinerten Samen werden in Wasser ausgekocht und geben ein hellgelbes Fett, Kanyabutter, das bei den Eingeborenen ein beliebtes Speisefett ist. Wiesner, l. c., p. 197. Schaedler, l. c., p. 805. Semler, l. c., p. 541. — Die Angabe, daß der dicke, gelbe Saft dieses Baumes von den Eingeborenen ähnlich wie Butter den Speisen zugesetzt wird, wird bezweifelt. Hefter, l. c., p. 672.

Allanblackia Stuhlmannii Engl. (Stearodendron Engl.). Tropisches Ostafrika. — Aus den Samen wird ein talgartiges Fett, Mkanifett, dargestellt, das der Sheabutter ähnlich und der Hauptmasse nach Oleodistearin ist. Das Fett eignet sich zur Fabrikation von Kerzen und Seifen und dient den Einwohnern Ostafrikas als Speisefett. Harms, l. c., p. 482. Henriques und Künne, Chem. Rev. 1899, p. 45. Engler in Engler-Prantl, l. c., Nachträge zu III, 6, p. 249. Semler, l. c., p. 551.

All. floribunda Oliv. Westafrika. — Das Fett, »Bouandjobutter, Beurre de bouandja du Congo français«, ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, dunkelgelb und eignet sich für die Stearinindustrie. Heckel, l. c., p. 81, 84.

All. Sacleuxii Hua. Tropisches Afrika. — Das Fett, Kanyé- oder Kagnébutter, wird durch Auskochen der im Mörser zerstoßenen Samen erhalten; es kommt in Ngura und Ukami in 20 × 15 cm großen Körben

auf den Markt und wird zu Speise- und Beleuchtungszwecken verwendet. Der Geschmack dieses Fettes erinnert an Schweineschmalz. Engler in Engler-Prantl, l. c., Nachträge zu III, 6, p. 249.

Symphonia fasciculata Baill. Madagaskar. — Das Fett wird auf Madagaskar zu Speisezwecken und zum Einfetten der Haare benutzt, ist aber auch zur Kerzen- und Seifenfabrikation geeignet. Tropenpflanzer XIII, p. 197.

Symph. globulifera L. Tropisches Afrika, Guyana. — Durch Extraktion mit Petroläther erhält man ein dunkelrot gefärbtes Öl. Wehmer, Pflanzenstoffe, p. 497. J. E. Southcombe, Journ. Soc. Chem. Ind. 1909, 28, p. 499.

40. Dipterocarpaceen.

Hopea macrophylla de Vriese
Hop. Balangeran de Vriese
Hop. aspera de Vriese
Hop. lanceolata de Vriese
Shorea stenoptera Burck.
Sh. aptera Burck.
Sh. hypochra Hanc., Sh. Pivanga Scheff., Sh. scaberrima Burck.
} s. Borneotalg.

Sh. ghysbertiana Burck. Hinterindien. — Enkabangfett, dem Borneotalg ähnlich. Wehmer, l. c., p. 502. Cecil Brooks, The Analyst, Bd. XXXIV, 1909, **34**, p. 205.

Isoptera borneensis Scheff. Borneo. — S. Teglamfett (Borneotalg).

Vateria indica L., s. Vateriafett oder Malabartalg.

41. Flacourtiaceen.

Hydnocarpus Kurzii Warbg. Ostbengalen, Assam, Siam. — Chaulmugraöl. Das Fett ist im frischen Zustande butterartig, geruchlos, wird in Tonkin und Siam gegen Hautkrankheiten verwendet und unter dem Namen »Sai-phong-tu« in den Handel gesetzt. Grimme, Über die wichtigsten, fettes Öl liefernden Pflanzen aus der Familie der Flacourtiaceen. Chem. Revue XVIII, 1911, p. 103.

Hydn. odorata Ait. (= Gynocardia odorata R. Br.). Indien. — Krebaofett; wird gegen Lepra, Hautkrankheiten und Rheumatismus verwendet. Grimme, l. c., p. 105.

Hydn. Wightiana Blume. Ostindien. Das fette Öl findet medizinische Anwendung. Grimme, l. c., p. 131. Power und Barrowcliff, Journ. Chem. Soc. 1905, **87**, p. 884.

Hydn. venenata Gärtn. Ostindien. — Kardamomöl, Morattifett. Das Rohfett ist butterartig, gelblichweiß, mit süßlichem, an Kakao-

bohnen erinnerndem Geruch, wird von den Eingeborenen als Heilmittel und auch als Brennöl benutzt. Dieses Fett wurde gegen Ende des Jahres 1910 in großer Menge nach Deutschland importiert, dort in einer Margarinefabrik verarbeitet und hat dann Veranlassung zu zahlreichen Erkrankungen gegeben. Grimme, l. c., p. 133.

Hydn. alpina Wight. Ostindien, Ceylon. — Die blausäurehaltigen Samen liefern ein fettes Öl, das zu medizinischen Zwecken und als Brennöl Verwendung findet. Grimme, l. c., p. 158.

Pangium edule Reinw. Malayischer Archipel. — Aus den getrockneten und erwärmten Samen wird durch Auskochen oder Pressung das Pitjoengöl, Samaunöl gewonnen, das braun gefärbt, meist fest, fast geruchlos ist und als Lampenöl, sowie nach längerem Kochen auch zu Speisezwecken verwendet wird. Semler, l. c., p. 528. Grimme, l. c., p. 159.

42. Lythraceen.

Lawsonia alba Lam. (= L. inermis L.). Sudan. — Das aus den Samen gepreßte Öl dient den Eingeborenen zum Einreiben des Körpers. Rein, Die im englischen Sudan usw. wild und halbwild wachsenden Nutzpflanzen. Tropenpflanzer XV, p. 389.

43. Lecythidaceen.

Lecythis Zabujaco Aubl. Brasilien, Guayana. — Paradiesnußöl. Wehmer, l. c., p. 520. Hefter, l. c., p. 500.

Lec. ollaria L. Brasilien, Guayana. — Aus den Samen, »Brasilnüssen«, wird das als Speisefett dienende »Sapucayaöl« gepreßt. Schaedler, l. c., p. 584. Semler, l. c., p. 519.

Bertholletia excelsa Humb. et Bonpl.
Berth. nobilis Miers.
Südamerika. — Paranußöl, Brazil nut oil. Die Samen, Paranüsse, enthalten bis 67 Proz. Fett, das durch Pressen gewonnen, wenig gefärbt, geruchlos und von angenehmem Geschmack ist; wird als Speiseöl und in der Seifenfabrikation verwendet. de Negri und Fabris, Zeitschr. f. analyt. Chem. 1894, p. 563. Semler, l. c., p. 518. Hefter, l. c., p. 330.

Barringtonia speciosa L.
Barr. racemosa L.
Molukken, Java. — Liefern gutes Brennöl. Schaedler, l. c., p. 584.

44. Rhizophoraceen.

Poga oleosa Pierre. Kamerun. — Ein in Kamerun wildwachsender Riesenbaum, dessen Früchte, »Njore-Njole« genannt, in ihren mandel-

ähnlichen Samen ein leicht auspreßbares, wohlschmeckendes Öl (62 Proz.) enthalten. Brieger und Krause, Unters. einer neuen Fettfrucht »Njore-Njole« aus Kamerun. Tropenpflanzer XII, p. 83 und p. 338. Grimme, Chem. Rev. XIII, p. 266.

45. Combretaceen.

Combretum butyrosum (Bertol.) Tul. Madagaskar. — Die Samen geben Fett, Chigeitebutter. Brandis in Engler-Prantl, l. c., III, 7, p. 114. Semler, l. c., p. 564.

Terminalia Catapa L. Indien, Küsten Afrikas. — Aus den Samen, »Togomandeln«, wird das durch seine Haltbarkeit ausgezeichnete Katapaöl gewonnen. Speiseöl. Junghuhn, Java I, p. 180. Duchesne, l. c., p. 52. Wiesner, l. c., p. 712. Schaedler, l. c., p. 585. Grimme, Chem. Revue XVII, p. 181.

Term. chebula Retz. Zentral- und Südindien. — Chebulaöl. Schaedler, l. c., p. 586.

Term. bellerica Roxb. (= T. punctata DC.). Ostindien. — Myrobalanöl, ist dem Lentiscusöl ähnlich. Schaedler, l. c., p. 586.

46. Cornaceen.

Cornus sanguinea L. Europa. — Hartriegelöl, Huile de Cornoullier, wird in Frankreich zum Brennen und zur Seifenfabrikation genommen. Schaedler, l. c., p. 610. de Negri und Fabris, Ann. del Laboratorio chim. delle Gabelle, 1891, p. 181. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 784.

47. Sapotaceen.

Illipe butyracea Engl. (= Bassia butyracea Roxb.), s. Fulwabutter.

Ill. latifolia Engl. (= Bassia latifolia Roxb.), s. Mahwabutter.

Ill. Malabrorum König (= Bassia longifolia L.), s. Mowrhabutter.

Butyrospermum Parkii Kotschy, s. Sheabutter.

Palaquium pisang Burck. Sumatra. — Die Samen geben 45 Proz. eines bitteren, gelblichen Fettes, das unter dem Namen »Balamtalg, Siaktalg« von Singapur aus in den Handel kommt. Semler, l. c., p. 555. Hefter, l. c., p. 699.

P. oleosum Blanco. Sumatra. — Aus den Samen wird der rein weiße, süßliche »Sunteitalg« gepreßt. Semler, l. c., p. 555.

P. oblongifolium Burck. Borneo. — Liefert den harten, weißen »Njatutalg«, der hauptsächlich aus Stearin und Olein besteht und in Westborneo zu Speisezwecken dient. Semler, l. c., p. 555. de Jong und Tromp de Haas, Chem. Ztg. 1904, Nr. 66.

P. Sussu Engl. Neu-Guinea. — Samen liefern Fett. Wehmer, l. c., p. 586.

P.-Species (unbekannt). Perak, Straits Settlement. — Surinfett, »Minyaksuria«. Lewkowitsch, The Analyst, 1905, **31**, p. 2.

Argania Sideroxylon Roem. et Schult. Marokko. — Das Öl der Samen (graines d'Argan) dient als Ersatz des Olivenöls. Harms, l. c., p. 483.

Payena lancifolia Burck. Borneo. — Die Samen geben das »Kelakkifett«; wird als Speisefett in Westborneo benutzt. Semler, l. c., p. 555.

Pay. latifolia Burck. Riouw und Bangkainseln. — Liefert den Minjaktalg, Bengkatalg, ein hell gefärbtes, bei 4° C festes Fett, das angenehmen Geruch und Geschmack nach bitteren Mandeln besitzt. Semler, l. c., p. 556.

Pay. bankensis Burck. Westborneo. — »Ketianöl, Katianufett.« Semler, l. c., p. 556. Wehmer, l. c., p. 587.

Pentaeme siamensis Krz. } Indochina, Sundainseln. — S. Tangka-
Diploknema sebifera Pierre } wangfett (Borneotalg).

Mimusops Djave Engl. Tropisches Afrika, Kamerun. — Djavefett, Adjabbutter, wird als Speisefett und zu verschiedenen technischen Zwecken empfohlen. Wedemeyer, Chem. Rev. 1907, p. 35. Freundlich, Chem. Rev. 1908, p. 78 und 106. Krause, Tropenpflanzer XIII, p. 283. Fickendey, Tropenpflanzer XIV, p. 29 ff.

Mim. Elengi L. Malayische Halbinsel. — Das Öl wird zu Speisezwecken, als Brennöl und medizinisch verwendet. Das gepreßte Öl ist gelblichweiß und scheidet beim Stehen Stearin ab. Kesava-Menon, l. c., p. 139.

48. Oleaceen.

Olea europæa L., s. Olivenöl.

Onguecoa Gore Engl. (= Ongocea Claineana Pierre). Tropisches Afrika, Kongo. — Isanoöl. Heckel, Les graines grasses nouv. Paris 1902, p. 67.

49. Salvadoraceen.

Salvadora oleoides Decne. (= S. persica L.). Nordafrika, Ostindien. — Der Same ist reich an fettem Öl. Wehmer, l. c., p. 604.

50. Apocynaceen.

Cerbera Tanghinia Hook. Madagaskar. — Die sehr giftigen Samen enthalten etwa 75 Proz. fettes Öl. Wehmer, l. c., p. 624.

Cerb. Odollam Gärt. Ostindien. — Die giftigen Samen enthalten 57 Proz. fettes Öl, »Odollamfett«, das als Brennöl und medizinisch als Wurmmittel Verwendung findet. Schaedler, l. c., p. 611. Wehmer, l. c., p. 624.

Cerb. Thevetia L. (= Thevetia nereifolia Juss.). Westindien und Südamerika. — »Exile-oil.« Schaedler, l. c., p. 611.

Strophantus hispidus DC. Tropisches Westafrika. — Das Strophantusöl ist durch Chlorophyll grünlich gefärbt und besteht aus Olein, Stearin, Arachin und wenig flüchtigen Fettsäuren. Bjalobrosheski, Pharm. Journ. 1901, p. 199.

Wrightia zeylanica R. Br. Ostindien. — Die Samen führen 30 Proz. fettes Öl, das dem Odollamfett ähnelt und auch wie dieses verwendet wird. Hefter, l. c., p. 501.

51. Labiaten.

Lallemantia iberica Fisch. et Mey. Wird in der Umgebung von Kiew gebaut. — Lallemantiaöl. Dieses Öl ist sehr trockenfähig und übertrifft in dieser Beziehung noch das Leinöl. Soll in Rußland als Speiseöl, Brennöl und zur Firnisbereitung verwendet werden. Hanausek, Zeitschr. des allg. österr. Apothekervereins 1887, p. 30. Richter, Landw. Versuchsstat. XXXIV, p. 382. Hefter, l. c., p. 140.

Perilla ocimoides L. Ostindien, in Japan kultiviert. — Perillaöl. Das Öl zeichnet sich durch eine außerordentlich hohe Jodzahl aus, ist Speiseöl. In Japan wird das Perillaöl in der Lack- und Firnisfabrikation, zu Buchdruckerfarben, zum Imprägnieren und Wasserdichtmachen von Geweben und Papier, ferner als Extraktionsmittel von Pflanzenwachs und in Indien in der Rotfärberei verwendet. Meister, Farben-Ztg. **16**, Nr. 6 in Chem. Rev. XVII, p. 296.

Hyptis spicigera Lamk. Westindien, Peru, Brasilien, zentralafrikanisches Seengebiet. — Aus den sehr kleinen Samen wird ein Öl gepreßt. Semler, l. c., p. 532.

52. Solanaceen.

Hyoscyamus niger L. Europa. — Bilsenkrautsamenöl. Das Öl ist leicht trocknend, dickflüssig, schwach gelblich gefärbt und von mildem Geschmack, wird medizinisch (gegen Rheumatismus und Gicht) verwendet. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 689. Hefter, l. c., p. 146.

Nicotiana Tabacum L. Tabaksamenöl, ist ein leicht trocknendes, grünlichgelbes Öl, das als Brennöl gebraucht wird. Schaedler, l. c., p. 707. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 691.

Atropa Belladonna L. Belladonnaöl. Die Samen werden in Württemberg auf Öl verarbeitet, das als Speise-, Brenn- und Schmieröl verwendet wird. Schaedler, l. c., p. 707.

53. Scrophulariaceen.

Paulownia imperialis Sieb. et Zucc. (= P. tomentosa [Thunb.] Baill.). Aus den Samen wird in Japan ein Öl gewonnen, huile de toï,

Abura toï, das zum Präparieren gewisser Papiersorten verwendet wird. Schaedler, l. c., p. 617. Wettstein in Engler-Prantl, l. c., IV, 3b, p. 67.

54. Pedaliaceen.

Sesamum indicum L.
Ses. orientale L.
Ses. radiatum Schum. et Thonn.
} s. Sesamöl.

55. Rubiaceen.

Coffea arabica L. Abessinien, Angola, Mozambique. — Kaffeebohnenöl. In seinen Eigenschaften ist dieses grünlichbraun gefärbte Öl dem Olivenöl ähnlich. de Negri und Fabris, Zeitschr. f. analyt. Chem. 1894, p. 569. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 820.

56. Cucurbitaceen.

Fevillea trilobata L. Brasilien
Fev. cordifolia L. Westindien
} liefern aus ihren ölreichen Samen »Semina Uhandirobae« das Secuaöl, ein klares, weißgelbes Öl, das als Brennöl und als Anstrich für Eisenwaren, um sie vor dem Rosten zu schützen, dient. T. F. Hanausek, Zeitschr. d. allgem. Apoth.-Ver. 1877, Nr. 17, und Realenzyklopädie d. ges. Pharm. III, p. 227. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 711.

Luffa aegyptiaca Mill.
Luffa acutangula Roxb.
} Südasien, Sudan. — Schwammkürbisöl, wird medizinisch verwendet. Tropenpflanzer XV, p. 175 und 388.

Citrullus colocynthis Schrad. Mediterrangebiet. — Colocynth seed oil. Schaedler, l. c., p. 694.

Citr. naudinianus Hook. Südwestafrika. — Die Samen enthalten 15,33 Proz. eines mit Äther extrahierbaren, nicht trocknenden Öles. Grimme, Chem. Rev. XVII, p. 182.

Telfairia pedata Hook. fil. Trop. Ostafrika. — Nach Sadebeck (Jahrb. d. Hamb. wissensch. Anst. IX [1891], p. 20) enthalten die entschälten Samen 59,11 Proz. Öl, das dem feinsten Olivenöl gleichgestellt wird, Castanhasöl, huile de noix d'Inhambanc. Schaedler, l. c., p. 694. Harms, l. c., p. 492. Semler, l. c., p. 526.

Telf. occidentalis Hook. fil. Westafrika. — Das Öl ist vorigem ähnlich. Tropenpflanzer XV, p. 644.

Cucurbita Pepo L. Europa. Kürbiskernöl. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 707.

Cucumis Melo L. Die in Ostafrika kultivierten Melonen geben aus

den Samen ein schwer trocknendes, dünnflüssiges, hellgelbes Öl. Harms, l. c., p. 492.

Trichosanthes kadam Miq. Sumatra, Ostindien. — Liefert das sog. »Kadamöl«, ein Fett von butterartiger Konsistenz. Semler, l. c., p. 526.

Acanthosicyos horrida Welw. (»Narraskürbis«). Südwestafrika. — Die Samen kommen unter dem Namen »butter pits« in den Handel, sie enthalten 46,3 Proz. eines hellgelben, nicht trocknenden Öles von äußerst mildem Geschmack, das sich als Speiseöl sehr eignen würde. Grimme, Chem. Rev. XVII, p. 182.

57. Kompositen.

Vernonia anthelmyntica (L). W. Ostindien. — Das Samenöl wird medizinisch verwendet. Kesava-Menon, l. c., p. 140.

Helianthus annuus L., s. Sonnenblumenöl.

Guizotia abyssinia (L. fil). Cass., s. Nigeröl.

Madia sativa Mol. Chile. — Madiaöl. Dieses dunkelgelb gefärbte Öl von eigentümlichem Geruche steht zwischen den trocknenden und nicht trocknenden Olen. Kalt gepreßt dient es als Speiseöl, warm gepreßt als Brenn- und Schmieröl und in der Seifenfabrikation. Wiesner, l. c., p. 748. Schaedler, l. c., p. 714. Publ. delle Gabelle II, p. 189, 107, nach Benedikt und Ulzer, l. c., p. 680.

Carthamus tinctorius L. Ägypten, Indien, China. — Siehe Safloröl.

Arctium Lappa L. Klettenöl } werden als Brennöl benutzt.
Onopordon Acanthium L. Distelöl } Schaedler, l. c., p. 720.

Spezielle Betrachtung der Pflanzenfette.

I. Feste Fette.

1. Palmfett.

Dieses Fett, auch Palmöl genannt, stammt von der im westlichen Afrika einheimischen, besonders häufig in Guinea vorkommenden Ölpalme, *Elæis guineensis L.* Ihr Verbreitungsbezirk liegt an der Westküste Afrikas in einer 100—300 km breiten Zone von 16° nördl. Br. bis zu 3—10° südl. Br.[1]). Eine zweite *Elæis*-Art, *E. melanococca Gärt.*, in Amerika heimisch, liefert gleichfalls Fett, doch in geringen Mengen. Wenn von der Ölpalme schlechtweg gesprochen wird, so meint man stets *E. guineensis*, die wichtigste Nutzpflanze der Waldregion von West-

1) Soskin, Die Ölpalmen. Beih. zum Tropenpflanzer. 1909, p. 345.

und Zentralafrika[1]). Die Ölpalme tritt innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes in mehreren Varietäten und zahlreichen Sorten auf, welche nach dem Lande verschiedene lokale Namen führen und sich neben anderen Merkmalen auch noch durch den Ölgehalt sowie durch die Härte der den Kern einschließenden Samenschale voneinander unterscheiden[2]). Man hat versucht und versucht noch heute, die Ölpalmen außer in Afrika auch in anderen Weltteilen zu kultivieren, in Südamerika z. B. in der Provinz Amazonas, in Brasilien[3]), in Westindien[4]), auf Java, Nordborneo[5]), der malayischen Halbinsel, auf Neu-Guinea[6]). Die Versuchsergebnisse der Plantagen-Wirtschaft sind aber heute noch geringe, sie werden erst dann ausschlaggebend sein, wenn die unten erwähnte botanische Frage endgültig gelöst sein wird.

Das Palmöl ist gegenwärtig das unter den Pflanzenfetten am stärksten industriell verwertete. Seit es in England in ausgedehntem Maßstabe in der Seifen- und Kerzenfabrikation Anwendung gefunden hat, bürgerte sich dessen Gebrauch auch in der Industrie der übrigen Länder Europas ein und seit Mitte des neunzehnten Jahrhunderts zählt es zu den wichtigsten Handelsartikeln, die Europa aus den Tropengegenden bezieht. Westafrika exportierte nach Europa im Jahre 1907 etwa 100 000 Tonnen Palmöl im Werte von 36 125 000 M; hierzu kommen noch die Palmkerne (Samenkerne), von denen aus demselben Produktionsgebiete 1907 rund 220 000 Tonnen mit einem Werte von 53 625 000 M ausgeführt wurden (Soskin, l. c., p. 313). Im Handel Europas ist das Palmfett allerdings schon lange bekannt und hier kennt man schon seit dem achtzehnten Jahrhundert seine Abstammung, Herkunft und Bereitungsweise[7]).

Der Sitz des Fettes ist die fleischige Fruchthülle, in deren Zellen

1) Preuß, Die wirtschaftliche Bedeutung der Ölpalme. Tropenpflanzer **6**, p. 450 ff.

2) Die Frage der botanischen Klassifikation der Ölpalmen-Sorten ist derzeit noch nicht vollständig gelöst. Die Lösung dieser Frage hat eine große Bedeutung für die Kulturversuche dieser Palme. Nach den übereinstimmenden Angaben von Preuß und Soskin sind die Sorten mit dünnschaligen Samen ölreicher als jene mit hartschaligen Samen. Als in dieser Hinsicht besonders ausgezeichnete Sorten werden von Preuß die »*Lisombe*« genannt aus Kamerun (l. c., p. 486) und von Soskin, die »*Dé-Votchi*« von Dahomey (l. c., p. 322) angegeben.

3) Das Kaisertum Brasilien auf der Pariser Weltausstellung 1867. Rio de Janeiro, p. 65.

4) Maycock, Flora Barbadensis. London 1830, p. 391.

5) Semler, l. c. **1**, 2. Aufl., p. 667.

6) Soskin, l. c., p. 349.

7) Böhmer, Techn. Geschichte der Pflanzen **2**, p. 660 ff. Hier auch die ältere Literatur über diesen Gegenstand. Im 18. Jahrhundert wurde das Palmfett in Deutschland häufig imitiert, indem man tierischen Talg mit Curcuma färbte und durch Veilchenwurzel parfümierte (l. c., p. 161).

es in Form von Tropfen oder Klumpen vorkommt. Auch in dem starren Gewebe des Sameneiweißes (Palmkerne) findet sich ein Fett vor (Palmkernöl).

Die Frucht von *Elaeis guineensis* ist pflaumenförmig, 2,5 cm lang, gelb, braun oder dunkelrot gefärbt, fettig glänzend und hat die Konsistenz einer Olive. Die Früchte stehen an den Traubenfruchtständen so dicht nebeneinander, daß sie sich durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgrenzen. In einem Fruchtstand befinden sich 800—1000 Früchte, doch werden auch Fruchtstände mit 1500 Früchten beobachtet. Die Früchte keilen sich gegenseitig so stark ein, daß es schwer ist, eine Frucht mitten aus dem Fruchtstande herauszunehmen. Schneidet man hingegen die obersten Früchte weg, so ist es leicht, jede einzelne Frucht vom Stiele abzulösen. Ein Traubenfruchtstand hat ein Gewicht von 20 bis 30, zuweilen selbst 50 kg.

Die Gewinnung des Palmöls ist eine ziemlich primitive. Nach Schweinfurth[1]) werden in den Mombattuländern die reifen Früchte entkernt und aus dem Fruchtfleisch das Öl ausgepreßt, welches in der Farbe der Frucht gleichkommt, anfänglich einen höchst angenehmen Geschmack besitzt und dort als Nahrungsmittel dient. Das Fett verdirbt aber bald und nimmt dann breiartige Konsistenz an, die es selbst in der größten dort herrschenden Wärme beibehält. Um das für den Export bestimmte Fett zu erhalten, werden die abgeernteten Früchte in eine Grube oder auf einen Haufen geworfen, mit Blättern zugedeckt und mit Steinen beschwert. Hier bleiben sie nun 6—10 Tage liegen, bis Fäulnis eingetreten und das Fruchtfleisch soweit gelockert ist, daß daraus die Kerne leicht entfernt werden können. In Kamerun und Dahomey werden die Früchte in großen Kesseln von 50—60 l Inhalt mit Wasser so lange gekocht, bis die Trennung der Kerne vom Fruchtfleisch leicht erfolgt[2]). Die breiige Masse wird nun in Gruben oder in Kanus geworfen und daselbst durch Stampfen mit den Füßen oder mit Keulen bearbeitet, wobei eine vollständige Loslösung der Samen vom Fruchtfleisch vor sich geht; letzteres wird herausgefischt und das Öl daraus mit den Händen ausgepreßt. Das ausgepreßte faserige Fruchtfleisch wird dann in kaltem oder warmem Wasser noch einmal gehörig umgerührt, ausgepreßt, die Preßflüssigkeit aber in das Wasser zurückfließen gelassen. Durch Peitschen mit Stöcken oder Quirlen scheidet sich auf der Oberfläche ein Schaum ab, der abgeschöpft abermals gekocht wird, wobei sich das Öl absondert, das zu dem ersten durch Pressung des Perikarps erhaltenen Öl hinzugefügt wird. In Dahomey wird die ganze Masse noch einmal

1) Bot. Zeitung. 1871, p. 336 ff.
2) Soskin, l. c., p. 336.

gekocht und die nach der zweiten Pressung erhaltenen Rückstände des Fruchtfleisches mehrere Tage über den Rand der Grube liegen gelassen bis Fäulnis eintritt, wodurch noch weiteres Öl frei wird (Soskin l. c.).

Abweichend von der geschilderten Methode der Palmölgewinnung ist das Verfahren, das die Loandoneger anwenden. Nach demselben werden die Früchte über einem Roste an den gespaltenen Blattrippen der Weinpalme, *Raphia vinifera*, erwärmt, mit einem Stab zu einem Teig gestampft, aus demselben die Kerne entfernt und die übrige Masse in aus groben Stricken geflochtene Beutel gebracht, welch letztere an einem Baum aufgehängt, mittelst eines durchgesteckten Hebels zusammengedreht werden, wobei der teigartige Inhalt ausgepreßt wird. Das ausgepreßte Öl wird nochmals erwärmt, abermals in den Beuteln gepreßt und die Pressung noch ein drittes Mal vorgenommen[1]).

Nach dem oben beschriebenen Verfahren werden an Öl beiläufig 10—12 Proz. des Gewichtes der Früchte gewonnen. 50 Proz. Öl bleiben noch in den Abfällen, in der Faser und in den Abwässern. Um nun das Rohmaterial besser auszunutzen, wurden unter Anregung des deutschen kolonialwirtschaftlichen Komitees sowie französischer Interessenten Maschinen konstruiert, welche eine rationelle Palmölgewinnung bei noch weiterer Vervollkommnung der Maschinen ermöglichen wird. Nach dem Berichte von Dr. Soskin wird bereits in verschiedenen Palmölwerken Westafrikas mit günstigen Erfolgen derart gearbeitet (Soskin, l. c., p. 340).

Das von den Eingeborenen gewonnene Öl wird entweder in Gefäßen oder in Körben nach den Faktoreien der Europäer gebracht, dort, da es meist recht unrein ist, durch Kochen und Ausschmelzen von den Verunreinigungen (Wasser, Fremdkörper) befreit und dann erst in Fässer für den Export nach Europa getan[2]).

Frisches Palmöl hat bei mittlerer Temperatur Butterkonsistenz. Es ist lebhaft orangegelb gefärbt und riecht angenehm nach Veilchenwurz. Der Luft ausgesetzt, nimmt die Farbe immer mehr und mehr ab, endlich wird es weiß und riecht dann ranzig. Frisch schmeckt es milde, süßlich. Der Schmelzpunkt des Fettes ist je nach Alter und Herkunft 27—42,5° C. Das spezifische Gewicht des Palmöls ist bei 15° C 0,9209—0,9245 (Tate), bei 50° C 0,8930 (Allen[3]).

1) Zippel-Thomé, Ausl. Kulturpflanzen, 2. Aufl., 1903, 3. Abt., p. 25; nach Hefter, l. c., p. 553.

2) Semler, l. c., p. 669.

3) Die Zahlen, die sich auf spez. Gewichte, Schmelz- und Erstarrungspunkte der Fette beziehen, sind den Werken »Technologie der Fette und Öle« von G. Hefter, Berlin 1908, »Analyse der Fette und Wachsarten« von Benedikt und Ulzer, 5. Aufl., Berlin 1908 entnommen.

Am frischen Palmfett erkennt man bei 20° C im Mikroskop eine gelbliche, ölige Grundmasse, in welcher teils kleine Kristallnadeln und kleine Gruppen solcher Kristalle, teils (optisch) rötlich erscheinende Tröpfchen enthalten sind. Im alten ranzigen Palmfett ist die Masse der Kristalle (Fettsäuren) eine viel größere; sie treten hier in großen, rundlichen Klumpen auf. Schon an halb ranzigem Palmfett erkennt man mit freiem Auge in einer lichtgelblichen öligen Grundmasse dichtere weißliche Partien, die sich als Aggregate kristallisierter Fettsäuren im Mikroskop erweisen. Schmilzt man das Palmfett, so kristallisieren nach dem Erkalten die Fettsäuren in Form kleiner dendritischer Kristallaggregate heraus.

Palmöl besteht vorwiegend aus Palmitin (Tripalmitin) und Olein; ferner enthält es stets freie Palmitinsäure und Ölsäure, welche Fettsäuren im freien Zustande mit dem Ranzigwerden zunehmen, und Glyzerin, das dem Palmöl durch Wasser entzogen werden kann. Weiter enthält es eine riechende Substanz, wahrscheinlich dieselbe, welche auch im trockenen Rhizom der Schwertlilie (Veilchenwurzel), im Blauholz, in einigen Sorten von Rotholz und in verschiedenen Teilen vieler anderer Pflanzen vorkommt, dann einen Farbstoff (Lipochrom), Reste der Pflanzensubstanz und Wasser. Der Farbstoff läßt sich durch Wasser nicht entziehen, er ist im Fett nicht suspendiert, sondern aufgelöst; er wird durch Luft, Licht, Wärme und Oxydationsmittel, aber nicht durch Verseifen zerstört; daher gibt frisches Palmöl eine gelbe Seife. Pelouze und Bondet nehmen im Palmfett ein Ferment an, welches die Zerlegung der Fette in Fettsäuren und Glyzerin bedingen soll[1]). Dieselbe Annahme macht auch Fickendey[2]).

In kaltem Alkohol ist Palmfett nur wenig löslich, leichter in heißem Alkohol, vollständig in Äther. — Palmöl ist leicht verseifbar.

Das Palmöl erscheint im Handel teils im rohen Zustande und ist dann, wenn es etwa nicht stark ranzig geworden ist, gelb bis orange gefärbt, teils gebleicht.

Das Palmöl wird in den Heimatländern der Ölpalme als Speisefett, zum Einreiben des Körpers, als Haarbalsam und als Heilmittel verwendet. In der europäischen Industrie dient es als wichtiger Rohstoff in der Seifen- und Kerzenfabrikation; in Südwales wird Palmöl auch in der Weißblechindustrie benutzt, indem die erhitzten Eisenbleche zum Schutze gegen Oxydation in ein Palmölbad kommen, um dann erst in das geschmolzene Zinn übertragen zu werden (Hefter, l. c., p. 562).

1) Wiesner, l. c., p. 201.

2) Über die Verwendungsfähigkeit des Palmöles als Speisefett. Tropenpflanzer **14**, p. 567.

2. Palmkernöl.

Die Palmkerne werden nur zu einem ganz geringen Teil an Ort und Stelle auf Öl verwertet. Zu diesem Zwecke werden sie geröstet, zerstoßen und mit Wasser gekocht, worauf man das sich an der Oberfläche ansammelnde Öl abschöpft[1]). Dieses Öl wird aber nicht ausgeführt; wohl aber gelangen die Palmkerne nach Europa, wo aus ihnen nach einem sehr vollkommenen Verfahren ein Fett, das Palmkernöl, gewonnen wird. Die Darstellung dieses Öles bildet heute einen umfangreichen Industriezweig, der hauptsächlich in Marseille und in Hamburg konzentriert ist. Westafrika exportierte 1907 rund 220000 Tonnen Palmkerne im Werte von 53625100 Mark (Soskin, l. c., p. 314).

Das durch Extraktion gewonnene Palmkernöl hat eine weiße, das gepreßte eine gelbliche, graue, früher fast immer schokoladebraune Farbe, die durch Bleichen entfernt werden mußte. Das Fett ist grießlichkörnig, hat frisch einen nicht unangenehmen Geruch, der aber, wenn er andauernd ist, lästig und aufdringlich wird. Das Palmkernöl wird leicht ranzig und nimmt dann einen stechenden Geruch an. Spezifisches Gewicht bei 15° C 0,952, bei 40° C 0,9119 (Allen). Der Schmelzpunkt liegt zwischen 23—34° C. Nach Oudemans[2]) enthält es Triolein, die Triglyzeride der Stearinsäure, Palmitinsäure, Myristinsäure, Laurinsäure, Kaprinsäure, Kaprylsäure und Kapronsäure. Im frischen Zustande enthält es keine freien Fettsäuren. In seinen chemischen Eigenschaften ähnelt das Palmkernöl dem Kokosnußfett und wird auch wie dieses zur Herstellung von Seifen vorzugsweise verwendet. Zur Fabrikation von Pflanzenbutter (Palmin) ist es weniger geeignet, da das Geschmack- und Geruchlosmachen schwieriger ist als beim Kokosnußöl (Hefter, l. c., p. 579). Die Preßrückstände (Palmkernkuchen) finden Anwendung in der Landwirtschaft.

3. Fett von Astrocaryum vulgare Mart.

Dem Palmöl steht in den äußeren Eigenschaften sehr nahe das Fett von *Astrocaryum vulgare Mart.*, einer Palme Guayanas. Im Handel wird es Aouaröl[3]), Tucum oil genannt und dem Palmöl zugezählt,

1) Semler, l. c., p. 670. — Nach Schweinfurth werden in den Mombattuländern die harten Kerne von *El. guineensis* in Krüge gefüllt, in die Erde versenkt und darüber ein Feuer angemacht, worauf alsbald das Palmkernöl austritt. Das Produkt hat einen unangenehmen brenzlichen Geruch (l. c., p. 336ff.). Auch in Brasilien wird Palmkernöl gewonnen (Das Kaisertum Brasilien usw., p. 65).

2) Journal f. prakt. Chem. **11**, p. 393.

3) Die französischen Kolonisten unterscheiden zwei Arten von Ölpalmen, *Aouara d'Afrique* oder *A. de Guinée* (*Elaeis guineensis*) und *Aouara de la Guayane* (*Astrocaryum vulgare*) und dem entsprechend ein Aouaröl von Guinea und Guayana. S. Duchesne, l. c., p. 27 und Cat. des Col. fr. 1867, p. 88.

von dem es sich jedoch durch einige Eigenschaften präzise unterscheiden läßt.

Das Fett kommt in den Früchten in ähnlicher Weise wie bei der Ölpalme vor und wird hieraus auch in ähnlicher Weise abgeschieden. Aus den Früchten lassen sich 22—39 Proz. Fett gewinnen.

Sowohl im frischen Zustande als auch nach jahrelanger Aufbewahrung hat das Palmfett von *Astrocaryum vulgare* eine zinnoberrote Farbe. Schon hierdurch unterscheidet es sich von gewöhnlichem Palmöl. Der Farbstoff scheint mit jenem des gewöhnlichen Palmfettes übereinzustimmen. Wie dieser ist er im Fette aufgelöst, kann durch Wasser nicht entzogen werden und läßt sich durch Erhitzen des Fettes unter Luftzutritt entfernen. Durch Säuren und Alkalien wird der Farbstoff nicht merklich geändert. Durch Oxydationsmittel wird er zerstört. Aber auch der Schmelzpunkt scheint sich bei diesem Fett nicht so rasch und stark wie bei dem Fett von *Elaeis guineensis* zu ändern. Bei einer Temperatur von 15° C ist es fast ganz flüssig und erstarrt erst bei 4° C. Es hat einen angenehmen, etwas säuerlichen, ziemlich genau mit dem Dufte frischer *Gleditschia*-Früchte übereinstimmenden Geruch, welcher auch nach mehrjähriger Aufbewahrung sich nicht ändert, während das Palmfett alsbald seinen angenehmen Veilchenduft verliert und einen widerlichen, ranzigen Geruch annimmt. Der Geschmack ist milde und schwach säuerlich-aromatisch.

Untersucht man das Fett bei 10° C mikroskopisch, so bietet es fast dasselbe Bild wie ein Präparat des Palmfettes dar. Auch die rötlichen Tröpfchen zeigen sich. Nur erscheint die ölige Grundmasse intensiver gefärbt als bei gewöhnlichem Palmfett und letzteres ist weitaus kristallreicher. Erwärmt man das Präparat durch einige Minuten auf 70 bis 80° C und untersucht es hierauf nach erfolgter langsamer Abkühlung, so findet man die Fettsäuren nicht mehr in Nadelform, sondern in tafelförmigen oder breit-prismatischen Gestalten kristallisiert. Die rötlichen Tröpfchen sind völlig verschwunden, was ein gleich behandeltes Präparat von Palmfett nicht zeigt.

Die chemische Beschaffenheit des Fettes von *Astrocaryum vulgare* ist noch nicht näher untersucht worden. Es hat den Anschein, als würde darin weitaus mehr Olein als im gewöhnlichen Palmfett vorhanden sein.

Dieses Fett findet Anwendung in der Seifenfabrikation.

4. Kokosnußfett.

Die fast über alle Küstenländer der Tropenwelt in einer großen Zahl von Abarten verbreitete Kokospalme, *Cocos nucifera L.*, wird in den meisten Gegenden, wo sie vorkommt, auf Kokosnußfett ausgebeutet.

Die größten Quantitäten dieses für die europäische Industrie dem Palmfett an Wichtigkeit zunächst stehenden Pflanzenfettes kommen aus Indien und den umliegenden Inseln, namentlich Ceylon, doch stellen auch Südamerika, Westindien und Senegal bedeutende Quantitäten dieses Fettes in den Handel. Um nur von den französischen Kolonien zu reden, wird Kokosnußöl erzeugt auf Martinique, Réunion, Tahiti, in Französisch-Guayana, Französisch-Indien und Neukaledonien [1]. Die Mengen von Kokosnußöl, welche in der europäischen Industrie verarbeitet werden, sind ganz bedeutende. Der größere Teil dieses Fettes wird aber nicht als Öl nach Europa importiert, sondern dort erst aus den eingeführten getrockneten Fruchtkernen gewonnen. (Siehe unten bei Besprechung der Kopra.)

Das Kokosnußöl war allerdings schon im 18. Jahrhundert in Europa bekannt, fand aber damals noch keine Verwendung. Erst seit den fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts hat es sich zu jener industriellen Bedeutung, welche ihm gegenwärtig zukommt, aufgeschwungen. Bei den Küstenbewohnern der Tropen steht dieses Fett schon seit alter Zeit als wichtigstes Speisefett und zu ärztlichem Gebrauche in Verwendung.

Behufs Bereitung des Öles werden die Fruchtkerne aus der Schale herausgenommen, an der Sonne getrocknet oder in Wasser gekocht, dann in Mörsern zerstoßen und gepreßt, die durch das Pressen erhaltene milchartige Masse in großen Kesseln erwärmt und das oben sich ansammelnde Fett abgeschöpft. Das auf diese Weise gewonnene Öl wird nur zu Parfümerien verwendet. Auf Malabar werden von den Eingeborenen die zerkleinerten Samen auf einem Lattengerüst über Kohlenfeuer erwärmt, dann auf Matten an der Sonne getrocknet und das Öl abgepreßt. Auf Tahiti ist die Gewinnungsweise die primitivste. Dort werden die zerquetschten Samen in mit Löchern versehenen Trögen der Sonne ausgesetzt, das abfließende Öl in untergestellten Gefäßen gesammelt und in Bambusröhren zu Markte gebracht. Wo sich die Gewinnung des Öles in den Händen der Europäer befindet, wird sie in modern eingerichteten Ölmühlen betrieben. In diesem Falle werden gewöhnlich die frischen ölführenden Fruchtkerne (Endosperm) in mehrere kleinere Stücke geteilt und diese an der Sonne oder bei künstlicher Wärme getrocknet. Aus diesen »Mandeln«, Kopra oder Copperah genannt, wird dann erst das Öl gepreßt, entweder in den an Ort und Stelle befindlichen Ölfabriken, oder, was heute der gewöhnlichere Fall ist, die Kopra wird nach Europa zur Auspressung exportiert. In den europäischen Ölfabriken (Marseille, Hamburg und noch anderen Orten) werden ganz bedeutende Mengen von Kopra verarbeitet: so importierte im Jahre 1905 Frankreich 110579 Tonnen Kopra im Werte von 40,9 Millionen

1) Cat. des Col. fr. 1867, p. 89.

Franken, England im selben Jahre 705816 cwt. (Mit dem Namen »dessicated copra«, »geraspelte Kokosnuß«, »coprah desséchée« bezeichnet man aus den weißen Kernen frischer, reifer Kokosnüsse mittelst einer Maschine hergestellte dünne Schnitzel, welche, häufig mit Zucker überstreut und durchmischt, in einem Trockenapparat vorsichtig getrocknet werden und in Konditoreien einen Ersatz für Mandeln und Nüsse bilden[1].) — Das Fett ist noch bei 16—18° C starr. Durch kalte Pressung erhält man ein schon bei 10° C flüssiges, grünlichweißes Fett, das in den Heimatländern der Kokospalme als Genußmittel dient, aber nicht in den auswärtigen Handel gesetzt wird.

Die verschiedenen Handelssorten von Kokosnußfett variieren beträchtlich bezüglich ihrer Farbe und des Geschmackes. Die aus besserer und vorsichtig getrockneter Kopra hergestellten Fette haben eine schön weiße Farbe, nicht unangenehmen Geruch und milden Geschmack. Die aus minderwertiger, feuergetrockneter Kopra gepreßten Fette hingegen sind hell- bis bräunlichgelb, haben unangenehmen Geruch und Geschmack. Das Fett wird leicht ranzig. Es schmilzt bei 20—28° C und erstarrt zwischen 14—23° C. Dichte bei 15° C: 0,9259. Das Kokosfett besteht der Hauptmasse nach aus den Triglyzeriden der Myristin- und Laurinsäure, enthält außerdem noch geringere Mengen von Palmitin, Stearin, sowie der Triglyzeride der Kapron-, Kapryl- und Kaprinsäure. Zum Schmelzen erhitzt, kristallisieren aus der abgekühlten Flüssigkeit bei einer Temperatur von 12—15° C erst nach langer Zeit die Fettsäuren heraus.

Im Mikroskop erscheint das Fett als ein dichtes Gewirre von meist sehr langen Kristallnadeln.

Kokosnußfett zeichnet sich durch seine verhältnismäßig große Löslichkeit in kaltem Alkohol aus, sehr rasch wird es von Äther gelöst. Mit verdünnten Alkalien läßt es sich auch in der Wärme nicht verseifen; mit konzentrierten Alkalien hingegen verseift es sich schon in mäßiger Wärme (kalte Verseifung). Die Seifen nehmen den unangenehmen Geruch des Fettes an.

Das Kokosnußfett findet in außerordentlich großen Mengen in der Seifenfabrikation Verwendung. In der Kerzenfabrikation wird Kokosfett als Zusatzfett für Kerzenmassen benutzt. Gegenwärtig kommt das gereinigte Kokosnußfett unter dem Namen Kokosbutter, Pflanzenbutter, Kunerol, Palmin usw. als Ersatz der Kuhbutter in den Handel; auch wird es medizinisch verwendet.

1) Hefter, l. c., p. 596.

5. Kakaobutter.

Dieses Fett wird aus den Samen der in Westindien heimischen, daselbst und in anderen Tropenländern kultivierten *Theobroma Cacao L.* gewonnen. Behufs Gewinnung des Fettes werden die gerösteten und geschälten Kakaobohnen[1]) fein gemahlen, die Masse auf 70—80° C erwärmt, in Zwillichsäcke gepackt, zwischen erwärmten oder durch Wasserdämpfe zu erwärmenden Preßplatten gepreßt und das ablaufende Öl durch vorher getrocknete Filter filtriert[2]). Nach einem neueren Verfahren werden, um die schwer löslichen Stoffe leichter löslich zu machen, den Bohnen während des Mahlens kohlensaure Alkalien zugesetzt, bzw. das gemahlene Pulver mit einer Lösung dieser Körper durchtränkt und dann erst erhitzt. Hierbei lösen die Alkalien die übrigen Bestandteile des Kakao, verseifen aber auch einen Teil des Fettes. Die entstandenen Seifen gehen mit den Alkalien in das Fett über, ein Umstand, der bei der Verwendung der Kakaobutter in der Nahrungsmittelindustrie (Schokoladefabrikation) berücksichtigt werden muß[3]). Die Ausbeute beträgt etwa 30—35 Proz. Frische Kakaobutter ist gelblichweiß, nach längerer Zeit rein weiß, hat einen milden, angenehmen Geschmack und schwachen Geruch nach Kakao. Das Fett wird schwer ranzig. Die Angabe, daß Kakaobutter überhaupt nicht ranzig wird, ist irrig[4]). Das Kakaofett hat die Konsistenz von gutem Rindstalg. Dichte bei 15° C 0,950 bis 0,952, Schmelzpunkt 28—34° C, Erstarrungspunkt 21—26° C. — Kakaobutter besteht der Hauptmasse nach aus den Glyzeriden der Stearin-, Palmitin- und Arachinsäure und läßt sich leicht verseifen.

Dieses Fett wird als Nebenprodukt bei der Schokoladefabrikation gewonnen, in letzterer selbst, dann in der Seifenfabrikation, Parfümerie und Pharmazie verwendet; es wird häufig mit Wachs, Stearinsäure, Paraffin und Rindernierentalg verfälscht. Es werden auch Kakaobuttersurrogate hergestellt und als solche entweder das Dikafett, gereinigtes Kokosöl[5]) oder Gemenge von Palmkern- und Kokosöl, auch Kokosfett und Japanwachs[6]) in den Handel gebracht.

6. Myristicafette.

Die wichtigsten hierher gehörigen Fette sind: die Muskatbutter, das Otoba-, Bicuhyba-, Ölnuß- und das Virolafett.

1) Jene fettliefernden Rohstoffe, welche gleichzeitig Handelsware sind, werden in den betreffenden Abschnitten: Samen, Früchte besprochen.

2) Schaedler, l. c., p. 797.

3) P. Pollatschek, Über Kakaobutter und deren Surrogate. Chem. Revue **10,** p. 5.

4) Hefter, l. c., p. 663.

5) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 840.

6) P. Pollatschek, l. c., p. 6.

Die Muskatbutter wird aus den Samen (Muskatnüssen) von *Myristica fragrans Houtt.*, einem auf den Inseln des indischen Archipels wild wachsenden, dort und in vielen anderen Tropenländern kultivierten Baume gewonnen. Die Bandainseln, welche die weitaus größte Menge von Muskatnüssen in den Handel setzen, lieferten früher auch bedeutende Quantitäten von Muskatbutter. Gegenwärtig wird in verschiedenen europäischen Fabriken das Fett aus den importierten Samen dargestellt, am stärksten in Holland. Es scheint, daß in den Heimatländern des Muskatbaumes nur schlechte, nicht weiter verkäufliche Muskatnüsse zum Auspressen der Butter genommen werden. Semler (l. c., 2. Aufl., II, p. 343) berichtet über die Gewinnung der Muskatbutter folgendes: »Die zurückgeworfenen, kleinen und schadhaften Muskatnüsse werden zu feinem Pulver gemahlen, in Säcke gefüllt und sechs Stunden lang auf einem Roste über einem breiten Kessel liegend, gedämpft. Im warmen Zustande werden sie dann unter eine kräftige Presse gebracht und ausgedrückt. Die bräunliche Flüssigkeit, welche ausläuft, läßt man in Metallgefäßen erkalten.« In den europäischen Fabriken werden die gepulverten Nüsse der Einwirkung heißer Wasserdämpfe ausgesetzt und dann gepreßt[1]), oder das Fett wird durch Extraktion gewonnen[2]). Nach Hefter (l. c., p. 626) ist letzteres Verfahren wohl nur selten mehr in Anwendung.

Die Muskatbutter kommt in würfelförmigen Stücken, die in Monokotyledonenblätter (indische) oder in Papier (holländische) verpackt sind, in den Handel. Die indischen Muskatbutterwürfel haben ein Gewicht von etwa 0,32, die holländischen von etwa 0,75 kg. Die Muskatbutter hat eine talgartige Konsistenz, ist gelbbräunlich bis rötlichbraun gefärbt und von körnigen weißlichen Massen durchsetzt. Die holländische Muskatbutter ist heller gefärbt und reicher an körniger Substanz als die indische. Erstere hat auch stets den angenehmen Geschmack und Geruch der Muskatnuß, während letztere einen scharfen Beigeschmack und einen minder angenehmen, wenn auch kräftigeren Geschmack besitzt. Die holländische Muskatbutter ist höher geschätzt als die indische, welche häufig mit Talg, Wachs u. dgl. verfälscht wird.

Die Muskatbutter besteht, unter dem Mikroskop betrachtet, vorwiegend aus kugelig aggregierten Kristallnadeln von Myristin. Die erwähnte körnige Substanz ist ganz und gar aus kristallisiertem Myristin zusammengesetzt. Dazwischen treten Tröpfchen und Körnchen, endlich ganze Zellen und Gewebsstücke aus dem Parenchym des Samengewebes auf. Die Zellen sind die Träger des Farbstoffes und umschließen auch sehr regelmäßig gestaltete, aus 4—6 Einzelkörnern bestehende, etwa

1) Schaedler, l. c., p. 811.

2) Muspratt, Techn. Chem., 3. Aufl., p. 564. — Als Extraktionsmittel wird Petroläther genommen (Muspratt, l. c.).

0,02 mm messende Stärkekörnchen. — Spezifisches Gewicht bei 15° C 0,945—0,995 (Dieterich). Schmelzpunkt: 38,5—51° C (Dieterich). Muskatbutter ist nur zum Teil verseifbar, löst sich in heißem Alkohol, heißem Äther und in Chloroform bis auf die Gewebsbestandteile vollständig auf. In kaltem Alkohol löst sich nur ein Bestandteil Olein); der darin unlösliche Teil wurde als Myristin erkannt (Benedikt und Ulzer, l. c., p. 866).

Die Muskatbutter enthält 40—45 Proz. eines festen Fettes, das zum größten Teil aus Myristin besteht, 4—7 Proz. eines ätherischen Öles, das hauptsächlich aus einem bei 165° C siedenden Terpen besteht, ungefähr 52 Proz. eines flüssigen, gelblich bis bräunlich gefärbten, in kaltem Alkohol löslichen Fettes, etwas Myristizin ($C_{12}H_{14}O_3$) und kleine Mengen der gewöhnlichen Pflanzenbestandteile, welche die Gewebsreste konstituieren.

Die Muskatbutter findet als Oleum nucistae, Ol. myristicae medizinische Benutzung und wird auch in der Parfümerie angewendet.

Das Otobafett, auch amerikanische Muskatbutter genannt, wird in Neugranada durch Pressen der Samen von *Myristica Otoba Humb. et Bonpl.* (»Muskatnüsse von Santa Fé«) dargestellt. Anfänglich ist es talgartig, fast farblos, nur etwas gelblich gefärbt, später wird es körnig und nimmt eine hellbraune bis schmutzig bräunliche Farbe an. Im frischen Zustande riecht es angenehm nach Muskatnuß, stößt aber beim Schmelzen einen etwas unangenehmen Geruch aus. Mikroskopisch verhält es sich ähnlich wie Muskatbutter, nur ist es ärmer an kristallisierter Substanz. Es schmilzt schon bei 38° C. Nach Uricoechea enthält dieses Fett Myristin, Olein und Otobit, eine von dem genannten Forscher entdeckte, in farblosen, großen Prismen kristallisierende, geruch- und geschmacklose, bei 133° C schmelzende Substanz, welche höher erhitzt zu einer amorphen, glasigen Masse erstarrt und die Zusammensetzung $C_{24}H_{26}O_5$ besitzt[1]).

Das Otobafett wird in Amerika ähnlich so wie bei uns die Muskatbutter verwendet.

Das Bicuhybafett (Ucuhubafett, Urucabafett) wird in Brasilien aus den Samen von *Myristica officinalis Mart.* und *Virola Bicuhyba Warb.* bereitet. Das ausgepreßte Fett ist nach Nördlinger[2]) gelbbraun, überzieht sich nach längerem Stehen an der Oberfläche mit einem weißen kristallinischen Beschlage. Der Geruch ist stark aromatisch, kakaoähnlich, der Geschmack salzartig mit gewürzhaftem Nachgeschmack. Das mikroskopische Bild bietet keine auffälligen Besonderheiten dar. Spezifisches

1) Annalen der Chem. und Pharm. **41,** p. 369.

2) Ber. d. chem. Gesellsch. **18,** p. 2617. — Valenta, Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 1.

Gewicht bei 15° C 0,9120 (Marpmann[1]), Schmelzpunkt 42,5—43° C (Nördlinger), Erstarrungspunkt 32—32,5 (Nördlinger). Das Fett enthält nach Valenta Myristinsäure, Ölsäure, ein ätherisches Öl, einen harzartigen, nach Perubalsam riechenden Körper und geringe Mengen einer wachsartigen Substanz. Das Fett löst sich in heißem Äther, Petroläther, Chloroform leicht, in heißem Alkohol nur teilweise, sehr wenig in heißem Eisessig[1].

Das Ölnußfett[2]) wird aus den unter der Bezeichnung »Ölnüsse« nach Deutschland eingeführten Früchten von *Virola surinamensis Warb.* dargestellt. Das Fett ist sehr hart und spröde, fühlt sich wenig fettig an, hat hellgelbbraune Farbe, kristallinische Struktur und schmilzt bei 45° C. Geruch ist schwach, nicht unangenehm. Es löst sich in heißem Äther, Benzol und Chloroform leicht und vollständig, in Petroläther und heißem Alkohol nur unvollkommen. Das Rohfett enthält etwa 87 Proz. reines Fett, das fast aus reinem Myristin besteht, dann einen in heißem Alkohol unlöslichen, kautschukähnlichen, amorphen Körper und 6,5 Proz. freie Myristinsäure.

Das Virolafett. Die ersten Nachrichten über dieses aus den Samen von *Virola sebifera Aubl.* bereitete, in neuerer Zeit auch in der europäischen Industrie eingeführte talgartige Fett verdanken wir Aublet[3]). Er berichtet, daß dieses Fett seit alter Zeit in Guayana zur Verfertigung von Kerzen im Gebrauche steht.

Die zerkleinerten Samen werden mit Wasser abgekocht, das Fett wird oben abgeschöpft, durchgeseiht und kommt in länglich viereckigen Stücken in den Handel[4]). Dieses Fett bildet bei gewöhnlicher Temperatur eine gelbliche, talgartige Masse, die sich beim Liegen mit einem perlmutterglänzenden, kristallinischen Beschlage überzieht. Die Innenmasse der einzelnen Stücke ist häufig bräunlich gefärbt und von punktförmigen Kristallaggregaten durchsetzt. Der Geruch des frischen Fettes erinnert an Muskatbutter; es wird bald ranzig.

Das Mikroskop läßt darin eine fettige Grundmasse, in der eine Unzahl von radialfaserigen Kristallaggregaten, eine braune, feinkörnige Masse und bräunliche parenchymatische Zellen eingebettet sind, die neben Fettropfen und Farbstoff noch kleine Körnchen führen, erkennen.

Das Fett schmilzt bei 45—50° C, löst sich vollständig in Äther und Alkohol, zur Hälfte in Ammoniakwasser und ist nur teilweise verseifbar. Spezifisches Gewicht bei 15° C 0,995 (Schaedler). Das Virolafett besteht hauptsächlich aus Myristin, Olein und freien Fettsäuren[5]).

1) Muspratt, l. c., p. 570.
2) Ebenda p. 569.
3) Plant. de la Guayane. — S. auch Böhmer, l. c., p. 675.
4) Schaedler, l. c., p. 813.
5) Ebenda p. 814.

Der Virolatalg wird in Amerika, England und Frankreich zur Kerzen- und Seifenfabrikation genommen und es sollen sich die daraus gefertigten Kerzen dadurch auszeichnen, daß sie beim Brennen einen angenehmen Geruch verbreiten (Schaedler, l. c.).

7. Chinesischer Talg.

Der Baum, dessen Samen dieses Fett liefern, *Sapium sebiferum Roxb. (= Stillingia sebifera Willd.)* wächst in China wild, wird daselbst seit langer Zeit auch kultiviert. Die Engländer haben diesen Baum in Nordindien angepflanzt, wo er ganz gut gedeiht; auch in Südkarolina ist er eingeführt worden[1]).

Der chinesische Talg (Stillingiatalg, Pflanzen- oder vegetabilischer Talg, in Indochina »Pi-ieou« genannt) ist wohl erst in neuerer Zeit Gegenstand des europäischen Handels geworden; über Abstammung, Gewinnung und Eigenschaften dieser Ware hatten wir jedoch schon im 18. Jahrhundert einige Kenntnisse[2]).

Die etwa haselnußgroßen, schwarzen Kapselfrüchte des chinesischen Talgbaumes enthalten drei eiförmige, von einer harten, weißen Talgschicht bedeckte Samen, deren Endosperm gleichfalls fetthaltig ist. Behufs Talggewinnung werden in China und Indochina die reifen, im November oder Dezember gesammelten Samen entschält, die Samenschalen möglichst fein zerkleinert und 1—2mal gepreßt[3]). Nach anderen Angaben[4]) sollen die Samen in große, mit zahlreichen Löchern versehene Holzzylinder gebracht und mit heißen Wasserdämpfen behandelt werden, wobei der Talg vollkommen abfließt, der nach dem Erstarren noch einmal geschmolzen und filtriert wird. Das auf die angegebenen Weisen erhaltene Fett führt den Namen »pi-ieou« oder »pi-yu« und gilt als chinesischer Talg bester Güte. Die zurückbleibenden, der äußeren Talgschicht beraubten Samen werden in Steinmörsern zerkleinert, mit Wasser erhitzt und stark ausgepreßt, wobei ein stark trocknendes Öl (Stillingiaöl) von dunkelgelber Farbe erhalten wird, das in China »ting-yu« genannt und zur Firnisfabrikation sowie als Brennöl benutzt wird. In den Produktionsländern werden auch die Samen mit der Talgschicht in Steinmörsern zerkleinert, die ziemlich trockene Masse in zylindrischen Gefäßen heißen Wasserdämpfen ausgesetzt und schwach abgepreßt, die erstarrte Masse dann über heißer Asche erwärmt und durch Stroh geseiht[5]). Nach letzterem Verfahren wird ein Gemisch des flüssigen Fettes

1) Pursh, Flora amer. septent. London 1814, II, p. 608.
2) S. Osbeck, Reise nach China, p. 320. — S. auch Böhmer, l. c. **1**, p. 678.
3) Hefter, l. c., p. 701.
4) Schaedler, l. c., p. 780.
5) Vgl. Bulletin de la société impériale d'acclimatisation. 1863, p. 75.

der Samen und des festen Schalenfettes erhalten und mit dem Namen »mou-ieou« bezeichnet. Dieses Fett gilt gleichfalls als chinesischer Talg, jedoch zweiter Güte; es wird vorzugsweise nach Europa und Amerika exportiert, während der chinesische Talg bester Qualität im Innern Chinas verbraucht wird (Hefter, l. c.).

Die verschiedene Darstellungsweise macht es erklärlich, daß der im europäischen Handel vorkommende chinesische Talg nicht immer die gleichen physikalischen und chemischen Eigenschaften hat. So ist nach Schaedler (l. c., p. 781) das nach den erstgenannten Methoden gewonnene Sapiumfett rein weiß oder grünlichweiß, geruchlos, ziemlich hart, verursacht auf Papier wenig Fettflecke. Spezifisches Gewicht bei 15° C 0,918; Schmelzpunkt 44,5° C. Das nach der letztgenannten Methode dargestellte Fett (Gemenge von Schalen- und Endospermfett) bildet nach demselben Autor eine leichte, weiße, schwach riechende Masse, die beim Liegen gelb bis braun wird. Spezifisches Gewicht 0,915; Schmelzpunkt 35° C; Erstarrungspunkt 22° C (Schaedler). Nach Maskelyne besteht das Sapiumfett hauptsächlich aus Palmitin und Olein.

Der chinesische Talg gelangt in den europäischen Handel in länglichrunden Stücken von 41—50 kg, welche hart, brüchig, außen rötlich bestäubt, innen mattweiß sind. Vor dem Versand werden die Stücke gewöhnlich mit Reisstroh umwickelt und in geflochtene Bastmatten eingenäht[1]). In China dient das Sapiumfett seit alter Zeit zur Kerzenfabrikation, in England wird es in großen Mengen zur Kerzen- und Seifenfabrikation verwendet und hat sich heute auch in der kontinentalen Industrie Eingang verschafft. Aus Hankow, dem Haupthandelsplatz für diesen Rohstoff, wurden im Jahre 1906 12173275 kg nach Europa exportiert[2]).

8. Vateriafett (Malabartalg).

Die Samen des ostindischen Kopalbaumes (»Butterbohnen«), *Vateria indica L.*, liefern ein ausgezeichnetes Fett, welches im europäischen Handel als Piney tallow, Pineytalg, Pflanzentalg bekannt ist. *Vateria indica* wurde früher irrtümlicherweise als Stammpflanze des Manilakopals angegeben; den Untersuchungen Wiesners gelang es, den richtigen Sachverhalt darzulegen; s. II. Abschnitt, Harze, p. 348—350.

Behufs Gewinnung des Fettes werden die Samen geröstet, zermahlen und mit Wasser ausgekocht[3]).

Im frischen Zustande ist dieses Fett gelblich, grünlichgelb, längere Zeit aufbewahrt nimmt es eine rein weiße Farbe und durch Auskristalli-

1) Hefter, l. c., p. 704.
2) Chemische Revue **15**, p. 91.
3) Schaedler, l. c., p. 791.

sieren freier Fettsäuren ein körniges, manchmal sogar strahliges Gefüge an. Es ist geschmacklos und von schwachem, angenehmem Geruche. Im Mikroskop gesehen, erscheint es, trocken präpariert, als eine aus unförmlichen Klumpen bestehende, hier und dort kleine Fettröpfchen führende Masse. Die Klumpen enthalten so viel Luft, daß man die Formbestandteile nicht näher erkennen kann. Verteilt man das Fett in Olivenöl, so zeigt es sich, daß es aus einer Unmasse von kleinen, einzelnen Kristallnadeln zusammengesetzt ist, zwischen welchen vereinzelte, mit Kristallnadeln erfüllte Parenchymzellen liegen. Beim Erkalten des auf den Schmelzpunkt erhitzten Fettes scheiden sich die Fettsäuren in Form von überaus kleinen Kristallnadeln aus.

Spezifisches Gewicht 0,9102, Schmelzpunkt 30—42° C. Durch Alkalien wird das Fett verseift. Es besteht aus Palmitin, Olein, ungefähr 2 Proz. eines in kaltem Alkohol löslichen und angenehm riechenden Öles und beträchtlichen Mengen freier Fettsäuren[1]).

Der Malabartalg wird in Ostindien als Speisefett, in Europa in der Seifen- und Kerzenfabrikation verwendet.

9. Tangkawangfett (Borneotalg).

Unter dem Namen Tangkawangfett, Borneotalg, Minjak-tangkawang gelangt in den europäischen Handel ein Fett, das aus den Samen verschiedener Arten der Gattungen *Hopea*, *Shorea*, *Isoptera* (Dipterocarpeen) und der Arten *Diploknema sebifera Pierre* und *Pentaeme siamensis Krz.*[2]) (Sapotaceen) in Indochina, auf den Sundainseln, insbesonders Borneo gewonnen wird. *Shorea stenoptera Burck.*, *Sh. aptera Burck.* und *Isoptera borneensis Scheff.* werden als die wichtigsten Borneotalg liefernden Pflanzen angegeben. Das Fett von *Isopt. borneensis* erscheint auch unter dem Namen »Teglamfett«. Über die Gewinnung des Borneotalges werden verschiedene Angaben gemacht. Nach Lemarié[3]) läßt man die von den Bäumen abgefallenen, einsamigen Früchte in feuchten Räumen liegen, bis die Schalen aufbrechen und die Samen zu keimen beginnen. Dann wird an der Sonne getrocknet, die Kerne von den Schalen befreit und in Körben den Dämpfen kochenden Wassers ausgesetzt. Die dabei weich gewordenen Samen werden in Säcken ausgepreßt. Das Fett wird nochmals in Wasser ausgeschmolzen, in ausgehöhlte Bambusstämme gegossen und darin erstarren gelassen.

1) Schaedler, l. c., p. 792.

2) Pierre, Flore forestière de la Cochinchine; Publications de la direction de l'agriculture et du commerce de l'Indochine. 1902, p. 27 und 31. — Holmes, Pharm. Journ. 1887, p. 701.

3) Lemarié, Oils, Colours and Drysalteries. 1904, 6. Nach Chem. Revue **11**, p. 127.

Es gelangt daher in zylindrischen Stücken in den Handel. Nach neueren, von O. Sachs ausgeführten Beobachtungen[1]) werden die in geflochtenen Körben gesammelten Früchte derart ins Wasser gehängt, daß sie ganz von Wasser bedeckt sind und 30—40 Tage darin liegen gelassen, dann herausgeholt, die Fruchtschale mit der Hand oder mit einem Stück Holz entfernt und das frei gewordene Kotyledonengewebe sorgfältig getrocknet, zerkleinert, erwärmt, in Preßtücher gegeben und das Fett durch Schlagen, Stampfen oder primitive Preßvorrichtungen gewonnen. Nach Sachs wird heute allgemein das flüssige Fett in früher zum Petroleumtransport benutzte, ausgedämpfte Weißblechkanister eingegossen und in dieser Form exportiert. In Singapore werden die zerkleinerten Samen in hydraulischen Pressen ausgepreßt. — Sachs berichtet weiter, daß in einigen Gegenden Borneos die geernteten Früchte nicht ins Wasser gelegt, sondern direkt nach dem Einsammeln über freiem Feuer getrocknet werden und, daß an anderen Orten (Sanggan) die Fruchtschalen gleich nach der Ernte vom Samen abgeschlagen, die frischen Samengewebe in Scheibchen geschnitten und an der Sonne getrocknet werden. Dann wird sofort abgepreßt und auf diese Weise die feinste Sorte der Tangkawangfette, »Tengkawang Soentie« erhalten, das an Ort und Stelle als Speisefett Verwendung findet. — Nach Sachs sind alle Handelssorten des Borneotalges Mischungen der Fette aus den Samen verschiedener Bäume; genannter Forscher gibt sechs Baumarten mit den einheimischen Namen an, deren Samen zur Borneotalggewinnung von den Eingeborenen herangezogen werden. Letztere bezeichnen das Mischfett als »Minjak Tengkawang«. Im Handel ist der Borneotalg in drei Sorten: Pontianak-, Saravak- und Siaktalg zu finden. Die ersteren zwei Sorten sind harte Fette, stehen im Werte höher als die dritte Sorte, der Siaktalg, der weich und klebrig ist.

Der Borneotalg hat eine grünlich- oder gelblichweiße Farbe, die beim Liegen an der Luft in Weiß übergeht, im frischen Zustande einen angenehmen Geruch, etwas bitteren Geschmack und kristallinische Struktur. Die besseren Sorten des Fettes fühlen sich trocken, die schlechteren klebrig an. An der Oberfläche zeigt er häufig weiße Flecken, die aus kleinen Stearinsäurekristallen bestehen.

Bei mikroskopischer Untersuchung erscheint das Tangkawangfett, in Wasser oder trocken präpariert, als ein Haufwerk unregelmäßiger, schollenförmiger Stücke, die keine weitere Struktur erkennen lassen. Präpariert man in Alkohol, so zeigen sich die einzelnen Schollen aus langen, radial angeordneten, scharf begrenzten Kristallnadeln zusammengesetzt, die in Chloroform, Benzol, Äther leicht löslich sind und aus den

1) O. Sachs, Über Tangkawangfett. Chem. Revue **14**, p. 277 ff.

betreffenden Lösungen in sphäritischen, büschelförmigen oder dendritischen Kristallaggregaten sich ausscheiden. Aus dem in Alkohol löslichen Anteil scheiden sich bei Verdunstung des Alkohols ölige Tropfen aus. Die Kristallnadeln zeigen im auffallenden Lichte lebhaften Glanz. Schmilzt man eine Probe des Fettes auf dem Objektträger, so lassen sich nach dem Erkalten in der erstarrten Masse neben kleinen, nadelförmigen Einzelkristallen noch sehr schön ausgebildete dendritische Kristallaggregate erkennen. Nicht selten findet man in einzelnen Fettschollen kleine gelb oder braun gefärbte Einschlüsse. Wird das Fett in Chloroform oder Benzol gelöst, so bleiben diese Einschlüsse zurück und erweisen sich als Gewebsfragmente bald parenchymatischer, bald sklerenchymatischer Natur. Die parenchymatischen Elemente enthalten kleine Stärkekörnchen. Einzelne Stärkekörnchen findet man übrigens auch sonst im Fett, meistens sind dieselben etwas verändert und machen den Eindruck, als ob sie sich im Beginne der Verkleisterung befinden würden. Die erwähnten Gewebsstücke dürften wohl teils vom Kotyledonengewebe, teils von den Samenschalen bzw. Fruchtschalen herrühren; eine genauere Bestimmung dieser Gewebsfragmente wäre nur dann möglich, wenn Samen bzw. Früchte der den Borneotalg liefernden Bäume zur vergleichenden anatomischen Untersuchung vorliegen würden. Für die Diagnose günstiger gestaltet sich die mikroskopische Untersuchung, wenn diese an Proben, die der Oberfläche der zylindrischen Stücke entnommen sind, durchgeführt wird. In letzteren lassen sich in beträchtlicher Menge Gewebsstücke auffinden, die bei Vergleich mit den Geweben des Bambusrohres sich als solche erweisen, ein Umstand, der dadurch verursacht wird, daß, wie oben bei der Gewinnung des Borneotalgs erwähnt wurde, die aus den Samen gepreßte und dann umgeschmolzene flüssige Fettmasse in hohle Bambusstämme gegosssen wird und dort zur Erstarrung kommt.

Der Borneotalg setzt sich der Hauptmasse nach aus den Glyzeriden der Stearinsäure und Ölsäure zusammen. Das Mengungsverhältnis dieser beiden Fettsäuren wird von verschiedenen Forschern verschieden angegeben, was übrigens leicht erklärlich ist, da das Fett von verschiedenen Pflanzen stammt, und überdies noch ein Mischfett ist, bei dessen Darstellung in sehr ungleichmäßiger Weise vorgegangen wird. Jedenfalls überwiegt aber stets die Stearinsäure. Der Borneotalg ist desto wertvoller, je reicher er an Stearinsäure ist. Heim fand in einem Talg von *Shorea aptera* 78,8 Proz. Stearinsäure[1]). Nach den letzten von O. Sachs durchgeführten Untersuchungen[2]) beträgt der Schmelzpunkt

1) Chem. Revue **9**, p. 14.
2) O. Sachs, l. c., p. 279.

des Borneotalgs 37,5° C, Erstarrungspunkt 22° C; das spezifische Gewicht bei 100° C 0,8920.

Von den Eingeborenen Borneos werden die besseren Sorten des Tangkawangfettes als Speisefett, die geringeren zu Schiffsanstrich und als Brennöl verwendet. In der europäischen Industrie ist dieses Fett in der Seifen- und besonders in der Kerzenfabrikation sehr geschätzt.

10. Sapotaceen-Fette.

Zahlreiche Vertreter der Sapotaceen, einer über alle Tropengebiete verbreiteten Pflanzenfamilie, haben als Nutzpflanzen besondere Bedeutung: das Holz aller Sapotaceen ist als Bau- und Werkholz sehr geschätzt; gewisse Arten hierher gehöriger Gattungen liefern Guttapercha und aus dem Samen werden Fette gewonnen, die entweder als Speisefette, oder in verschiedenen europäischen Industrien umfangreiche Verwendung finden. Die wichtigsten hierherzählenden Fette sind: die Sheabutter, Mahwabutter, Mowrahbutter, Fulwabutter. Die Sheabutter, auch Galam-, Bambuk-, Nungu- oder Karitébutter genannt, wird aus den Samen von *Butyrospermum Parkii Kotschy*, einem im nördlichen tropischen Afrika einheimischen Baume, dargestellt. Die Mahwabutter oder Illipebutter, auch mit dem Namen Illipeöl, Bassiaöl bezeichnet, stammt von *Illipe latifolia Engl.*, einem in ganz Ostindien vorkommenden Waldbaume, die Mowrahbutter oder Mé-Öl, Bassiaöl genannt, von *Illipe Malabrorum Kön. (= Bassia longifolia L.)*, einem auf Malabar, Madagaskar, Réunion, Ostindien heimischen und kultivierten Baume. Die Fulwabutter oder Phulwara-, Chorea-, Gheebutter liefern die Samen von *Illipe butyracea Engl. (= Bassia butyracea Roxb.)*, dem indischen Butterbaume.

In den europäischen Industrien weniger verbreitet, aber immerhin als verwendbar werden noch folgende von Sapotaceen stammende Fette genannt: Djavefett von *Mimusops Djave Engl.*, tropisches Afrika, das Fett von *Mim. Elengi L.*, Malayische Halbinsel, der Balam- oder Siaktalg, von *Palaquium pisang Burck.* Sumatra, Sunteitalg von *Pal. oleosum Bl.* Sumatra, Njatatalg von *Pal. oblongifolium Burck.* Westborneo, das Suriefett von einer nicht näher bestimmten *Palaquium*-Art, das Kelakkifett von *Payena lancifolia Burck.* Westborneo, der Bengkatalg von *Pay. latifolia Burck.*, Insel Bangka, das Ketiauöl von *Pay. bankensis Burck.*, Insel Bangka. Endlich wären hier auch noch die Sapotaceen: *Diploknema sebifera Pierr.* und *Pentacme siamensis Krz.* zu erwähnen, welche beide in ihren Samen Borneotalg liefern (s. oben p. 668).

Die Samen der oben vier erstgenannten Arten sind groß, oft mehrere Zentimeter lang, verschiedengestaltig, von einer ziemlich dicken braunen

Schale umgeben, innerhalb welcher ein ölreicher Kern liegt. Seit alten Zeiten werden in den Heimatländern der angeführten Sapotaceen die Samen gepreßt oder ausgekocht und daraus ein zum Genusse dienliches Fett abgeschieden. Die bedeutende Menge von ölreichen Samen, welche die in vielen Gegenden Indiens und Afrikas massenhaft vorkommenden *Illipe*- und *Butyrospermum*-Bäume liefern[1]), hat die Aufmerksamkeit der Kolonisten erregt und nunmehr werden große Mengen dieser Fette für die Ausfuhr gewonnen.

Nach den Untersuchungen von Wiesner[2]) besteht das ölführende Gewebe der Illipesamen *(Illipe Malabrorum)* aus dünnwandigen Zellen, deren längster Durchmesser etwa 60 μ mißt und die, unter Wasser betrachtet, fast ganz mit kleinen Öltröpfchen erfüllt erscheinen; in Öl präpariert erkennt man in jeder einzelnen Zelle zahllose kleine doppeltlichtbrechende Körnchen und Stäbchen, welche, nach den Löslichkeitsverhältnissen zu schließen, kristallisierte Fettsäuren sind. Zwischen farblosen Parenchymzellen treten ziemlich regelmäßig verteilte Gruppen von bräunlich gefärbten Parenchymzellen auf, welche eine gefärbte, wie es scheint, ölige Flüssigkeit enthalten, in der wohl Aleuronkörner, aber keine kristallisierten Fettsäuren auftreten. Die Beobachtungen wurden von Wiesner an drei Jahre alten Samen gemacht.

Sheabutter. Behufs Fettgewinnung werden die Früchte (Schinüsse) von *Butyrospermum Parkii Kotschy* durch längere Zeit in Erdgruben lagern gelassen und in einen Zustand der Gärung gebracht, wobei sich das Fruchtfleisch vom Samen loslöst (Hefter, l. c., p. 690). Dann werden die Samen geröstet, grob zerstoßen und in Wasser gekocht. Das auf der Oberfläche sich ansammelnde Öl wird abgeschöpft und in irdenen Töpfen zum Erkalten gestellt. Das zu einer butterartigen Masse erstarrte Fett wird in Broten von beiläufig 1 kg geformt, diese mit frischen Baumblättern umwickelt und so auf den Markt gebracht.

Die Sheabutter hat bei gewöhnlicher Temperatur Butterkonsistenz, ist grauweiß, zähe, klebrig, im frischen Zustande von angenehmem, kakaoartigem Geruche und mildem Geschmack. Das Fett hält sich lange, ohne ranzig zu werden. Spezifisches Gewicht bei 15° C 0,9175, Schmelzpunkt 23—28° C, Erstarrungspunkt 17—18° C. Sheabutter löst sich in kaltem Alkohol fast gar nicht, hingegen in 90 Teilen heißem Alkohol und Äther leicht. Mit Natronlauge gibt sie eine sehr harte und weiße Seife. Sie besteht aus Tristearin und Triolein, nach Pfaff im

1) Nach Gibson (Hooker, Journ. of Botany, 1853, p. 90) kommen enorme Mengen von *Illipe*-Bäumen an der Küste von Koromandel, in Circars, Bengalen und Malabar vor.

2) Wiesner, Rohstoffe, 1. Aufl., p. 211.

Verhältnis von 7 : 3 und enthält 3,5 Proz. eines wachsartigen Körpers[1]). Die Sheabutter wird in Afrika als Speisefett und als Heilmittel verwendet. In Europa dient sie der Kerzenfabrikation und als Zusatzfett bei Seifenerzeugung[2]); sie wird auch häufig mit Kokumbutter (dem Samenfett von *Garcinia indica*) gefälscht.

Mahwabutter oder Illipeöl wird aus den Samen von *Illipe latifolia Engl.*, einem in Zentralindien heimischen und auch kultivierten Baume, gewonnen. Die Samen werden zerquetscht, etwas erwärmt und gepreßt; man erhält auf diese Weise 35—40 Proz. Fett. Mit Petroleumäther lassen sich dem Samen 51,14 Proz. Fett entziehen[3]). Das Illipeöl hat schmalzartige Konsistenz, ist im frischen Zustande gelb, bleicht an der Luft rasch aus. Geschmack und Geruch sind beim frischen Fett angenehm. Das Fett wird leicht ranzig und hat dann einen durchdringenden Geruch. Spezifisches Gewicht: 0,9175. Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt werden sehr verschieden angegeben; nach Schaedler ist der Schmelzpunkt 43—44° C, Erstarrungspunkt 36° C. Das Illipeöl ist in Äther leicht, in Alkohol zum Teil löslich; es läßt sich leicht verseifen. Es enthält Olein und vorzugsweise Palmitin[4]), namhafte Mengen freier Fettsäuren, welche sich bereits mikroskopisch nachweisen lassen.

Das Illipeöl wird in Indien als Speisefett, Brennöl und Heilmittel verwendet. In Europa benutzt man große Mengen dieses Fettes in der Kerzen- und Seifenfabrikation. Nach Sachs[5]) gelangen auch unter dem Namen Illipefett die schlechteren Sorten des Borneotalges (Siaktalg) in den Handel.

Mowrahbutter oder Méöl wird aus den Samen von *Illipe Malabrorum Kön.*, einem in Ostindien, Malakka, Madagaskar vorkommenden Baume dargestellt, ist dem Illipeöl ähnlich und gelangt häufig mit diesem gemischt in den Handel. Die Methode der Gewinnung dieses Fettes ist dieselbe, wie die bei der Sheabutter beschriebene. In französischen Ölfabriken (Marseille) wird aus den eingeführten Samen des Mowrahbaumes das Fett durch Pressen oder Extraktion dargestellt.

Die Mowrahbutter, im frischen Zustande gelb, bleicht an der Luft leicht. Ihr Geschmack ist bitter, aromatisch, der Geruch kakaoartig. Löslichkeitsverhältnisse und Verseifung sind gleich denen des Illipeöls. Nach Valenta ist der Schmelzpunkt des Fettes 23,5° C, Erstarrungspunkt 17,5° C. Das Fett besteht aus den Glyzeriden der Palmitin- und Ölsäure und enthält 2—2,5 Proz. Unverseifbares.

---

1) Muspratt, Techn. Chemie. 4. Aufl., p. 574.
2) Hefter, l. c., p. 692.
3) Muspratt, l. c., p. 574.
4) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 853.
5) O. Sachs, l. c., p. 279.

Das Mowrahfett wird in der Kerzen- und Seifenfabrikation verwendet; in den Tropen ersetzt es den Talg, dient dort als Heilmittel bei Hautkrankheiten und wird von den Indern auch zu religiösen Zwecken benutzt.

Fulwabutter, Gheabutter wird aus den Samen von *Illipe butyracea Engl.*, einem in den Himalayagegenden vorkommenden Baume (indischer Butterbaum) in derselben Weise wie die Sheabutter gewonnen; sie ist ein weiß erscheinendes, angenehm riechendes und schmeckendes Fett, das selbst in dem heißen Klima Indiens sich monatelang hält, ohne ranzig zu werden und deshalb den wichtigsten Speisefetten Indiens beizuzählen ist[1]). Das Fett schmilzt bei 48—49° C und erstarrt bei 35° C (Schaedler). Nach Crossley und Le Sueur beträgt der Schmelzpunkt 39° C[2]). Dichte (bei 100° C, bezogen auf Wasser von 100° C): 0,8970 (Crossley und Le Sueur). Der Verbrauch in den Produktionsländern ist so groß, daß für den Export fast nichts übrig bleibt.

Unter den Sapotaceenfetten gilt die Sheabutter als beste, das Illipeöl als geringste Sorte. Als Speisefett nimmt die Fulwabutter den ersten Rang ein.

11. Irvingiafette.

Dikafett. Dieses Fett wird aus den Samen der in Gabon vorkommenden *Irvingia gabonensis Baill.* (inkl. *Irv. Barteri Hook f.*) — Familie der Simarubaceen — durch Auskochung oder warme Pressung gewonnen[3]). Nach anderen Angaben[4]) soll die Stammpflanze des Dikafettes die *Anacardiacee Mangifera gabonensis* sein; doch scheint bei den nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den beiden genannten Pflanzenfamilien *Mangifera gabonensis* identisch zu sein mit *Irvingia gabonensis.* Die Samen von *Irvingia* enthalten 60 Proz.[5]), nach Atfield[6]) sogar 65—66 Proz. eines der Kakaobutter ähnlichen Fettes und es werden erstere nicht nur zur Gewinnung des Fettes, sondern auch zur Darstellung einer schokoladenartigen Masse (Dikabrot, oba, chocolat du Gabon), die als Genußmittel dient, verwendet[7]). Das Dikafett ist eine feste Masse von der Konsistenz der Kakaobutter. Anfänglich fast rein weiß, wird sie nach längerem Liegen gelb und ranzig.

---

1) Semler, l. c., p. 537.

2) Hefter, l. c., p. 699.

3) Semler, l. c., p. 542. — Henckel in Buchners Repert. Pharm. **14,** p. 156.

4) O'Rorke, Journ. Pharm. Chim. (3) **31,** p. 275.

5) Österr. offiz. Ber. über die Pariser Ausstellung. 1867, **5,** p. 343.

6) Pharm. Journ. **3** (1862), p. 446.

7) Cat. des Col. fr. 1867, p. 93. — Muspratt, l. c., p. 576.

Der Geruch des frischen Dikafettes ist nach Wiesner[1]) angenehm, kakaoartig; altes Dikafett riecht etwas ranzig, aber eben nicht unangenehmer als alte Kakaobutter. Die Angabe Jacksons[2]), derzufolge das Dikafett einen widerlichen Geruch haben soll, bezieht sich wohl auf stark ranzig gewordene Proben, die der Untersuchung vorlagen[3]). Der Geschmack ist milde. Im Mikroskop gesehen, besteht es aus einem Haufwerk dicker, prismatischer, etwas korrodierter Kristalle. — Spezifisches Gewicht: 0,890 (Schaedler), 0,910 (Marpmann). Die Angaben über den Schmelzpunkt lauten sehr verschieden. Nach Dieterich ist der Schmelzpunkt 29° C, nach Schaedler 30—32° C, nach Wiesner 40° C. Auch die chemische Zusammensetzung dieses Fettes ist nicht genügend erforscht. Nach Oudemans[4]) besteht das Dikafett aus Myristin, Laurin und soll kein Olein enthalten. Letztere Angabe ist aber nach den Untersuchungen von Dieterich unrichtig, da sich aus der von diesem Forscher aufgefundenen Jodzahl des Dikafettes: 30,9—31,3 ein Trioleingehalt von etwa 34 Proz. berechnet[5]).

Das Dikafett ist leicht verseifbar, wird in der Seifen- (Herstellung von Marineseifen), vorzugsweise Kerzenfabrikation, sowie als Ersatzmittel der Kakaobutter, in den Tropen als Speisefett verwendet.

Cay-Cay-Butter. Aus den Samen zweier in Cochinchina heimischen *Irvingia*-Arten: *Irv. Oliveri Pierre* und *Irv. malayana oliv.* wird ein Fett: die Cay-Cay-Butter[6]) gewonnen. Die Darstellung des Fettes geschieht in der Weise, daß zunächst die entschälten Samen durch Stampfen möglichst gut zerkleinert in ein fein geflochtenes Bambussieb gebracht werden. Dann wird dieses in einen zwei Drittel mit Wasser gefüllten Kessel gelegt und zwar derart, daß der Boden des Siebes die Wasserfläche nicht berührt. Der Kessel wird geschlossen und das Wasser bis nahe zur Siedehitze erwärmt, die breiige Masse in ein Flechtwerk aus Stroh geschlagen und ausgepreßt. Das Verfahren wird noch zweimal wiederholt[7]). Das Fett kann auch durch Auskochen der zerkleinerten Samen gewonnen werden[8]).

Die Cay-Cay-Butter bildet eine graugelbe, an der Luft bleichende Masse, die bei 37,5—38° C schmilzt und bei 35,5—36° C erstarrt[9]).

1) Rohstoffe. 1. Aufl., p. 204.

2) Technologist **4,** p. 746.

3) Hefter, l. c., p. 644.

4) Journ. f. prakt. Chemie **81,** p. 356.

5) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 882.

6) In dem Werke von Benedikt und Ulzer wird dieses Fett auch Cay-Cay-wachs, Cochinchinawachs, Irvingiabutter genannt; l. c., p. 883.

7) Hefter, l. c., p. 644.

8) Apothekerzeitung. 1898, p. 469.

9) Chemische Revue **11,** p. 126 und 127.

Sie ist vollständig verseifbar, die Seife ist weiß, perlmutterglänzend und in Alkohol leicht löslich.

Das Fett eignet sich gut zur Kerzenbereitung und hatte früher vor Einführung des Petroleums als Beleuchtungsstoff für den Handel Cochinchinas eine große Bedeutung.

12. Carapafette.

Die ersten Nachrichten über Carapafett erhielten wir schon durch Bancroft[1]). Er sah in Guayana aus den Samen des Crabbaumes (Crab wood) durch Zerkleinern und Auskochen ein butterartiges Fett von gelblicher Farbe und bitterem Geschmack bereiten, womit die Indianer ihre Haut bestreichen, um sie geschmeidig zu erhalten und sich vor den Stichen von Insekten zu schützen. Der Baum, welcher dieses Fett liefert, ist zuerst von Aublet als *Carapa guyanensis* beschrieben worden. In Guayana (sowie anderen Tropenländern) kommt noch eine zweite *Carapa*-Art: *Car. procera DC.* = *Car. touloucouna Guill. et Perr.* vor, gleichfalls Fett liefernd. Neuere, an der Hand von Samen beider Arten von Heckel durchgeführte, vergleichende Untersuchungen haben zu dem Ergebnis geführt, daß *Car. guyanensis Aubl.* stets ein bei gewöhnlicher Temperatur flüssiges, *Car. procera DC.* hingegen ein festes Fett liefert und es muß daher unterschieden werden: ein flüssiges Carapafett, das Carapaöl, Andirobaöl von *Car. guyanensis* und ein festes Carapafett: das Tulucunafett, Tulucunaöl von *Car. procera*[2]).

Tulucunafett (Tulucunaöl). Die Stammpflanze dieses Fettes findet sich in Guyana, Westindien und an der westafrikanischen Küste. Die Frucht dieses Baumes ist eine große, kugelige, holzige, 4—5 fächerige Kapsel; jedes Fach enthält 6—8 dicke, kantige Samen von der Größe einer Roßkastanie. Die Samenkerne (Kotyledonen) enthalten nach Schlagdenhauffen 65,31 Proz. Rohfett. Die Gewinnungsmethoden dieses Fettes werden in der Literatur als analog denen des Carapaöles beschrieben und es seien daher letztere hier angeführt. Nach Semler[3]) werden die von den Schalen befreiten Samenkerne in Wasser gekocht, dann einige Tage auf Haufen geworfen und in einem hölzernen Mörser oder auf einem flachen Steine gequetscht. Den Brei legen die Arbeiter auf einen schwach ausgehöhlten Stein, der in schräger Richtung gegen die Sonne gestellt wird; das auslaufende Öl wird in einem Gefäß aufgefangen; oder der Brei wird in einen Sack gebracht und das Öl mit Steinen ausgepreßt.

1) Guayana, p. 48. — S. auch Böhmer, l. c., p. 639.

2) Heckel, Les graines grasses nouvelles. Paris 1902. Nach Hefter, l. c., p. 507 und 645.

3) l. c., p. 530.

Nach Chateaus Beschreibung[1]) werden die entschälten Samen entweder im ganzen oder im zerkleinerten Zustand direkt der Sonne ausgesetzt, wobei ein Teil des Öles ausfließt.

Wiesner beschreibt ein ihm vorgelegenes festes Carapafett als eine bei 18° C gelbliche, stellenweise lichtbräunliche Masse von breiartiger Konsistenz, an der man deutlich eine fast ölige Grundmasse und weiße Inseln härterer Substanz unterscheiden kann. Der Geruch ist schwach säuerlich und nicht unangenehm aromatisch, der Geschmack stark bitter. Nach Cadet soll der bittere Geschmack von kleinen Mengen von Strychnin herrühren. Durch Schütteln mit kaltem Wasser läßt sich die bittere Substanz nicht entfernen, wohl aber durch lange andauerndes Kochen mit Wasser. — Im Mikroskop erkennt man im Carapafett eine farblos erscheinende ölige Grundsubstanz, in welcher große kugelförmige Massen, die sich aus feinen Kristallnadeln von Fettsäuren zusammensetzen, ferner vereinzelte Kristallnadeln und überaus kleine, stark lichtbrechende Körnchen eingebettet sind. — Nach Hefter ist das feste Carapafett (Tulucunafett) eine hellgelbe, fast weiße, geruchlose, bitter schmeckende Masse, deren Schmelzpunkt zwischen 23—31° C liegt und deren Dichte bei 15° C 0,912 ist. Der Hauptsache nach besteht das feste Carapafett aus den Glyzeriden der Stearinsäure, Ölsäure und etwas Palmitinsäure[2]). In Alkohol ist das Fett nur wenig, in Äther leicht löslich und läßt sich durch Alkalien rasch und vollständig verseifen.

Das Carapaöl, in Brasilien Andirobaöl genannt, wird aus den Samen von *Carapa guyanensis* nach den oben beschriebenen Methoden gewonnen, ist von hell-goldgelber Farbe, bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, besitzt, sowie alle Carapafette, einen auffallenden, bitteren Geschmack. Die Fettsäuren des Carapaöles bestehen aus Öl- und Palmitinsäure[3]). Nach Lewkowitsch beträgt die Dichte bei 15° C (kalt gepreßt) 0,9272, (heiß gepreßt) 0,9327, Erstarrungspunkt (kalt gepreßt) 12° C, (heiß gepreßt) 14° C; Schmelzpunkt (kalt gepreßt) 15—36° C, (heiß gepreßt) 15—48° C[4]). Das Carapaöl soll nicht selten mit dem fetten Öl von *Omphalea diandra L.*, einer im tropischen Amerika vorkommenden Euphorbiacee, vermischt werden[5]).

Eine dritte *Carapa*-Art: *Car. moluccensis Lam.*, an den Küsten des tropischen Asien vorkommend, liefert gleichfalls ein Carapaöl, das in Indien und Ceylon als geschätztes Heilmittel gegen Rheumatismus gilt[6]).

1) Les corps grasses. 1863, p. 263. Nach Hefter, l. c., p. 507.
2) Chem. Revue **6,** p. 231; **7,** p. 82.
3) Hefter, l. c., p. 508.
4) Chem. Revue **16,** p. 51.
5) Hefter, l. c., p. 508.
6) Semler, l. c., p. 531.

Die Carapafette (Carapaöl und Tulucunafett) werden in den Produktionsländern als Brennöl, Heilmittel, Konservierungsmittel für Holz, nicht aber als Speiseöle verwendet. Industrielle Anwendung finden diese Fette in der Seifen- und Stearinfabrikation.

II. Flüssige Fette.

A. Nicht trocknende Öle.

Die wichtigsten hierher gehörigen Öle des Pflanzenreiches sind: Olivenöl, Mandelöl und andere Amygdaleenöle, Arachisöl, Behenöl, die Burseraceenöle, Rizinusöl.

1. Olivenöl.

Dieses seit alter Zeit im wärmeren Europa bereitete Öl wird bekanntlich aus der Frucht des Ölbaumes, aus der Olive, gewonnen.

Über die Heimat des Ölbaumes, *Olea europaea L.* ist man nicht im klaren. Daß dieser Baum im westlichen Asien wildwachsend vorkommt, ist lange sichergestellt. Aber auch in Europa hat man, fern von Olivengärten, und zwar in Andalusien und Griechenland, Ölbäume aufgefunden, die man für wild hielt. Bei dem Umstande, daß man an den Bäumen selbst meistens nicht zu unterscheiden vermag, ob sie wild oder verwildert sind, ist die direkte Lösung der Frage über die Abstammung desto schwieriger, je älter und ausgedehnter ihre Kultur ist. Grisebach[1]) betont mit Recht, daß die lange Entwicklungsperiode des Ölbaumes auf eine Heimat hinweist, wo die Winter kurz und milde sind und die dürre Jahreszeit lange währt, und findet, daß diese Bedingungen innerhalb des Verbreitungsbezirkes des Ölbaumes in Syrien und der anatolischen Sandküste am besten erfüllt sind und wahrscheinlich dort die Heimat dieses wichtigen Kulturgewächses zu suchen ist.

Die Kultur des Ölbaumes wird in den Mittelmeerländern, in Spanien, Portugal, Südfrankreich, Italien, Istrien, Dalmatien, Griechenland, an der marokkanischen Küste, ferner in der Krim und in Palästina betrieben. Seit dem sechzehnten Jahrhundert wird der Ölbaum in Peru und Chile, seit dem achtzehnten Jahrhundert in Kalifornien kultiviert[2]). In Peru sind stattliche Olivenhaine selbst im sterilen Boden der Küstengegenden anzutreffen[3]). Der Ölbaum gedeiht auch in vielen Gegenden Mexikos[4]), in Südkarolina, Florida, auf den Bermudas, auf Jamaika, in der Kapkolonie, auf Kawau-Island, in der Umgebung von Sydney[5]).

1) Die Vegetation der Erde **1** (1872), p. 293.
2) Knoblauch in Engler-Prantl, l. c. **4, 2**, p. 12.
3) Meyen, Pflanzengeographie **1**, p. 387.
4) Becker, Mexiko. 1834, p. 142.
5) Knoblauch, l. c., p. 12.

Man unterscheidet zwei Hauptformen des Ölbaumes: die wilde Form, *Olea europaea α Oleaster DC.*, mit dornigen, mehr oder weniger vierkantigen Zweigen, länglichen oder eiförmigen Blättern und kleineren Früchten, und die kultivierte Form, *Olea europaea β sativa DC.*, mit dornenlosen, fast stielrunden Zweigen und lanzettlichen Blättern. Bloß die letztere liefert Oliven zur Ölpressung; sie zerfällt in mehr als 40 — nach Duchesne (l. c., p. 76) 43 — Spielarten, die sich nicht nur im Habitus, in den Formen der Blätter und Blüten, sondern auch in der Größe und dem chemischen Charakter der Frucht unterscheiden[1]). Die wichtigsten kultivierten Spielarten sind *Ol. eur.* var. *pignola*, welche schon im achtzehnten Jahrhundert um Genua und in der Provence gezogen wurde[2]) und das beste Olivenöl liefert, und die besonders in Spanien häufig kultivierte *Ol. eur.* var. *hispanica*, mit großen, etwas unangenehm riechenden Früchten, welche unter allen Olivensorten das meiste Öl gibt, das jedoch einen schärferen Geschmack besitzt.

Die völlig reife Olive hat eine dunkelviolette bis schwarze Farbe. Sie besitzt eine Länge von 2,5—4 cm. Um den ölreichen Kern lagert ein im Reifestadium schlaffes Fruchtfleisch, dessen Parenchymzellen mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt sind, in der Fetttröpfchen und feine, oft massenweise verbundene, überaus kleine Körnchen suspendiert sind. Das Fruchtfleisch wird von einer aus derbwandigen, mit einer violetten Farbstofflösung erfüllten Zellen bestehenden Fruchthaut umschlossen.

Die Ernte der Oliven erfolgt, wenn die Früchte völlig reif geworden sind, von Oktober bis Ende März (Hefter, l. c., p. 381). Sehr häufig wird die Olive jedoch noch vor Eintritt der Reife geerntet. Reife oder nahezu reife Oliven geben ein gelbes, süßes, unreife ein grünliches, meist etwas herbes, überreife oder gelagerte reife Oliven ein gelbliches oder farbloses, säuerlich schmeckendes und oft etwas unangenehm riechendes Öl.

Die zur Herstellung der besten Speiseöle dienenden Oliven werden mit der Hand gepflückt (Aix und Grasse in der Provence). Wo man Fabrik- oder Brennöl darstellt, schüttelt man die Früchte ab oder löst sie durch Abschlagen mittelst Stangen vom Baume los.

Um gutes Speiseöl zu bekommen, werden die mit der Hand geernteten Früchte vorsichtig auf Horden gebreitet und in einem luftigen, trockenen Raume, der nicht direkt der Sonne ausgesetzt ist, mehrere Tage hindurch liegen gelassen; oder die Horden werden in einen Trockenapparat, in dem die Temperatur zwischen 45—55° C gehalten ist, ge-

---

1) Semler führt in seinem Buche »Die tropische Agrikultur«, 1. Aufl., II, p. 403 ff., 25 Spielarten an, die in Frankreich und Italien kultiviert werden.

2) Böhmer, l. c., p. 622.

bracht und darin 48 Stunden lang belassen[1]). Nun entfernt man die Kerne aus den Früchten und preßt das Fruchtfleisch sofort in der Kälte aus. Man erhält so, wie schon du Hamel berichtet, das Jungfernöl (Huile vierge). — Auch aus den Kernen wird ein zu Fabrikzwecken ganz gut dienliches Öl gewonnen. Die Gewinnung des Olivenkernöles ist jedoch keine neue Erfindung; schon im achtzehnten Jahrhundert wurde sie in Spanien betrieben[2]). — Für die Darstellung der anderen Öle werden die Oliven nicht geschält und entkernt, sondern Fruchtfleisch und Kerne werden zerquetscht und später gepreßt. Die Methoden der Darstellung des Olivenöles, die bei Fabrikbetrieb angewendeten maschinellen Einrichtungen sind in verschiedenen Ländern verschieden; das Prinzip der Fabrikation ist aber überall dasselbe, nämlich: für die besten Sorten des Öles werden die Früchte in der Kälte nur schwach gepreßt, für die zweite, gewöhnliche Sorte wird ein stärkerer Druck, für die dritte Sorte warme Pressung und Zusatz von warmem Wasser angewendet. Um die Preßrückstände, die noch 10—20 Proz. Öl enthalten, vollends auszubeuten, werden dieselben entweder unter Wasserzusatz fein zermahlen, der Brei aufgeschlämmt, die auf der Oberfläche sich ansammelnden Reste des Fruchtfleisches und der Kerne abgeschöpft und noch einmal gepreßt (Nachmühlenöl), oder in besonderen Fabrikanlagen mit Benzin oder Tetrachlorkohlenstoff extrahiert (Sulfuröl). Hefter, l. c., p. 398ff.

Die größte Ölausbeute erhält man, wenn man die Oliven in Haufen zusammengeworfen einer kurzen Selbstgärung überläßt und hierauf stark auspreßt. Bei dieser Gärung gelangen die Zellen aus dem gegenseitigen Verbande und es läßt sich sonach das Öl durch Pressen weit vollständiger gewinnen.

Mit Ausnahme des Jungfernöles sind alle Sorten von Olivenöl anfänglich trübe. Die Trübung rührt her von Wasser (»Vegetationswasser«, das bei der Pressung aus den Oliven in das Öl gelangt), von zerrissenen Zellenstücken, Schleim und der obenerwähnten feinkörnigen, wahrscheinlich der Hauptmasse nach aus Eiweißkörpern zusammengesetzten Masse. Durch längeres Lagern werden die Öle klar und oft auch heller gefärbt. Die Reinigung der frisch gepreßten Öle erfolgt durch Selbstklärung (in den meisten Betrieben) oder in besonderen Klärvorrichtungen[3]). In Italien hat man schon im achtzehnten Jahrhundert die Güte der Öle durch langes Lagern derselben in großen, eigens hierzu bestimmten Räumen zu verbessern gesucht[4]). Das bei der Klärung sich abscheidende Vegetationswasser wird nicht ohne weiters als Abfallwasser behandelt, son-

1) Semler, l. c., p. 442.
2) Dillon, Reise durch Spanien 2 (1782), p. 138.
3) Hefter, l. c., p. 402.
4) Volkmann, Italien. 2. Aufl., I (1777—78), p. 608.

dern um die darin noch vorhandenen Ölmengen auszubeuten, in Zisternen (»Inferno«, »enfer«, »Hölle«) gesammelt und wochenlang ruhig stehen gelassen, wobei es unter Entwicklung eines höchst widerlichen Geruches eine Art Gärung durchmacht. An der Oberfläche des Wassers sammeln sich die letzten Ölreste an; diese werden von Zeit zu Zeit abgeschöpft und als sogenanntes Höllenöl (huile d'enfer) in den Handel gebracht, eine schlechte, aber zu Fabrikzwecken noch immerhin brauchbare Ölsorte.

Die Farbe der grünlichen Öle rührt von Chlorophyll her. Die farblosen Öle des Handels werden auf verschiedene Weise erhalten; so durch Schütteln mit Tierkohle, durch Stehenlassen in Glasgefäßen, die der Luft und dem Lichte ausgesetzt sind. Auch durch Auspressen von Oliven, die man den ganzen Winter über an den Bäumen ließ, soll ein farbloses Öl erhalten werden[1]). Alle diese Öle eignen sich sehr gut als Brennöl und zu manchen technischen Zwecken, sind aber stets ranzig und können deshalb als Genußmittel nicht verwendet werden. — Das feine von Uhrmachern benutzte Olivenöl wird durch Aufbewahrung in verkorkten Flaschen, in denen sich eine Bleiplatte befindet, erhalten; auf das Metall schlägt sich bei der Klärung des Öles eine weißliche, schmierige Masse nieder. Nach Tolomei[2]) enthält das Fruchtfleisch der Oliven ein Enzym, Olease genannt, welches bei Gegenwart von Sauerstoff die sogenannte Gärung der Oliven hervorruft. Dieses Enzym geht auch in das Olivenöl über und bewirkt die Entfärbung des Öles. Durch das Licht wird die Wirkung der Olease gefördert.

Die Dichte der Olivenöle liegt bei 15° C zwischen 0,914 und 0,919. Nach den Untersuchungen Saussures[3]) ändert das Olivenöl mit der Temperatur seine Dichte.

Nach demselben Forscher siedet das Olivenöl bei 315° C. Auf 120° C erhitzt wird es heller, bei 220° C farblos, riecht und schmeckt nach dem Erkalten ranzig. — Manche Sorten erstarren teilweise schon bei + 10° C, andere jedoch erst einige Grade über oder sogar erst unter Null. Der Erstarrungspunkt hängt von dem Gehalt an Palmitin ab. Die durch kalte und schwache Pressung erhaltenen Sorten sind arm an Palmitin, überaus reich an Olein und erstarren deshalb später als die durch warme und starke Pressung erhaltenen, an Palmitin reichen Sorten. Das Olivenöl enthält bei 28 Proz. fester Glyzeride, unter denen Palmitin die Hauptmasse bildet — Stearin kommt im Olivenöl entgegen älteren Angaben nicht vor[4]), hingegen treten darin geringe Mengen von Arachin auf — und

1) Handwörterbuch der Chemie. Lit. F, p. 102.
2) Atti Accad. d. Lincei. 1896, 5, I, p. 122.
3) Nach Benedikt und Ulzer, l. c., p. 800.
4) Hehner und Mitchell, The Analyst. 1896, p. 328.

72 Proz. flüssiger Triglyzeride, die man früher für reines Olein gehalten hat; von Hazura und Grüssner wurden bei 6 Proz. Linolsäure aufgefunden[1]), wodurch sich die hohe Jodzahl des Öles erklärt. Der unverseifbare Anteil des Olivenöles besteht zum größten Teil aus Phytosterin und nicht, wie früher angenommen wurde, aus Cholesterin[2]).

Die Farbe der Olivenspeiseöle ist hellgelb bis goldgelb; die reinen Fabriköle sind farblos, gelb bis braungelb, auch grünlich. Der Geschmack des reinen Olivenöles ist gewöhnlich milde und angenehm, variiert übrigens nach der Herkunft und Bereitungsweise. Viele im technischen Sinne als rein zu bezeichnenden Olivenöle haben einen unangenehmen Geschmack. Der Geruch der verschiedenen Olivenöle schwankt gleichfalls.

Olivenöl löst sich in Alkohol sehr wenig, nur zu 0,38 Proz., etwas mehr in Eisessig und Äther; vollständig löslich ist es in Chloroform, Benzol und Schwefelkohlenstoff[3]). Es ist verseifbar und wird ranzig.

Die besten Olivenöle werden zu Aix und Grasse in der Provence erzeugt. — Die Verwendung des Olivenöles ist eine sehr mannigfaltige. Im Handel werden zwei Hauptsorten von Olivenölen unterschieden: 1. Speiseöl, auch Provenceröl genannt, wird nur durch kalte Pressung gewonnen; dazu gehören: a) feinstes Speiseöl, Jungfernöl, aus dem reifen Fruchtfleisch, von grünlichgelber, goldgelber oder blaßgelber Farbe, sehr mildem Geschmack; b) ordinäre Speiseöle, aus gemahlenen Oliven von verschiedener Reife. Die Farbe ist hellgelb. 2. Baumöle oder Fabriköle; hierher werden alle nicht genießbaren Öle von verschiedener Zubereitung gerechnet. Sie sind trübe, haben einen unangenehmen Geruch und Geschmack. Sie klären sich erst nach mehrmonatlicher Ruhe. Nach ihrer Herstellung und Verwendung werden sie unterschieden in: a) Brennöle, durch heiße Pressung gewonnen, mit verschiedenen Sorten; b) Nachmühlenöle; darunter werden die von der letzten Pressung mit warmem Wasser erhaltenen Öle verstanden; sie sind meist grün, dickflüssig und haben einen unangenehmen Geruch; bei ruhigem Stehen scheiden sie sich in zwei Schichten: eine obere klare, welche als Maschinenöl und zum Einfetten der Wolle verwendet wird, und eine untere, trübe, die zur Seifenfabrikation dient; c) Tournantöle: als solche bezeichnet man die durch allzulanges Lagern guter Olivenöle sich bildenden Öle; sie enthalten einen ziemlich hohen Prozentsatz freier Fettsäuren und werden zur Herstellung des Türkischrotöles verwendet; d) Höllenöle, d. s. die in den Zisternen (Hölle) an der Oberfläche sich ansammelnden Öle; e) Sulfuröle, die durch Extraktion gewonnenen Öle; f) Satzöle, die vom

1) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 804.

2) Zeitschr. f. öffentl. Chem. **7** (1901), p. 184. Journ. Amer. chem. Soc. **25** (1903), p. 498.

3) Schaedler, l. c., p. 635.

Bodensatze der Ölreservoire sich abscheidenden, dickflüssigen, schmutziggelben Öle. Die letzteren Sorten werden in der Seifenfabrikation, die Sulfuröle hauptsächlich zur Herstellung von Textilseifen verwendet[1]).

2. Arachisöl.

Das Arachisöl, Erdnußöl (Huile d'Arachide, Huile de pistache de terre, Earth-nut oil, Pea-nut oil) wird aus den Samen von *Arachis hypogæa L.*, einer in allen Tropenländern und auch im südlichen Europa kultivierten Leguminose, durch Pressung, seltener durch Extraktion gewonnen. Die Samen, Erdnüsse, geben 30—55 Proz. Öl[2]). Behufs Ölgewinnung werden mittelst besonderer Vorrichtungen die Früchte (Hülsen) enthülst, und wenn es sich um Darstellung hochwertiger Öle und Ölkuchen handelt, die freigelegten Samenkerne von den kupferroten Samenschalen befreit; bei letzter Manipulation trachtet man auch die zwischen den beiden Kotyledonen liegenden Keime zu entfernen. Dann wird erst gepreßt[3]). Das durch die erste kalte Pressung dargestellte Öl ist fast farblos, von angenehmem Geruch und Geschmack und dient als ganz feines Tafelöl. Bei der zweiten Pressung, wobei die Ölkuchen mit Wasser besprengt werden, wird ein Öl erhalten, das auch noch als Speiseöl, häufiger aber als Brennöl Verwendung findet. Das dritte, warm gepreßte Öl, Nachlauföl, Huile de rabat, ist gelblich, von minder angenehmem, bohnenartigem Geruch und Geschmack und wird nur zur Seifenfabrikation verwendet.

Die Dichte des Arachisöls liegt bei 15° C zwischen 0,916—0,922. Ältere Öle sowie die Nachlauföle haben eine höhere Dichte als die feinen und frischen. Das Öl ist dünnflüssiger als Olivenöl, wird bei + 3° C trübe und erstarrt bei — 4° bis — 7° C (Schaedler). Der flüssige Teil des Arachisöles besteht aus Triolein und Trilinolein; das Vorhandensein von Hypogaeasäure wird bezweifelt[4]). Der feste Anteil setzt sich zusammen aus den Triglyzeriden der Lignocerinsäure $C_{24}H_{48}O_2$, Arachinsäure $C_{20}H_{40}O_2$, den typischen Fettsäuren des Arachisöles. Die Arachinsäure, von Gößmann[5]) im Arachisöl entdeckt, wurde von Heintz[6]) im Butterfett nachgewiesen, kommt auch in der Kakaobutter und im Rambutantalg vor. Hefter teilt mit, daß alte Arachisöle — die kalt gepreßten weniger als die warm gepreßten — beim Lagern in nicht zu

1) Hefter, l. c., p. 417.

2) Über Erdnüsse s. den Abschnitt »Samen«.

3) Hefter, l. c., p. 446.

4) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 785. — Gößmann und Scheven, Liebigs Annalen **94,** p. 230.

5) Annalen der Chemie und Pharm. **89,** p. 1.

6) Poggendorffs Annalen **40,** p. 196.

warmen Räumen ein festes Fett abscheiden, das reich an Lignocerin- und Arachinsäure ist und unter dem Namen »Margarine d'Arachide« mitunter in den Handel kommt (l. c., p. 449).

Das Arachisöl ist in Alkohol wenig, in Äther, Chloroform und Terpentinöl leicht löslich; es wird leicht ranzig und läßt sich nur langsam verseifen, gibt aber eine sehr gute, feste, weißliche und geruchlose Seife.

Das Arachisöl wird zuweilen mit Mohnöl, Sesamöl und Baumwollsamenöl verfälscht und wird selbst auch zur Verfälschung des Olivenöles genommen.

Arachisöl selbst wird nach Europa weniger importiert, der Import der Erdnüsse hingegen ist ein ganz bedeutender. Die Welternte in Erdnüssen schätzt man auf 300 000—350 000 Tonnen. Die wichtigsten Produktionsgebiete sind Westafrika und Indien. Der Hauptsitz der europäischen Erdnußölfabrikation ist Marseille, wohin im Jahre 1905 152 680 Tonnen Erdnüsse eingeführt wurden.

Die Preßrückstände, Erdnußölkuchen, finden als Viehfutter eine ausgebreitete Anwendung.

3. Mandelöl.

Das Mandelöl Oleum amygdalarum, wird aus den süßen und bitteren Mandeln, den Samen der beiden Varietäten von *Prunus Amygdalus Stokes*, gewonnen. Behufs Ölgewinnung werden die vom Staube gereinigten und durch Aussonderung von Bruchstücken, welche ranziges Öl liefern, sortierten Mandeln in geeigneter Weise zerkleinert, in Zwillichsäcke verpackt und gepreßt. Das Pressen geschieht zweimal kalt; zum dritten Pressen, welches die geringste Qualität Öl gibt, werden erwärmte Preßplatten angewendet. Wenn nur Öl dargestellt werden soll, werden bittere und süße Mandeln gemischt zum Pressen genommen. Sollen jedoch die Preßrückstände verwendet werden, entweder zur Bereitung von Bittermandelwasser und ätherischem Bittermandelöl oder zur Bereitung von Mandelkleie, die in der Kosmetik verwendet wird, so werden im ersteren Falle nur bittere Mandeln, im letzteren Falle nur süße und geschälte Mandeln der Pressung unterworfen. Die süßen Mandeln geben durch Pressen im Mittel 45 Proz., die bitteren Mandeln nur bis 38 Proz. Öl (Schaedler, l. c., p. 532). Die Öle beider Arten werden gleichwertig genommen, doch neigt das fette Öl der bitteren Mandeln leichter zum Ranzigwerden (Schaedler, l. c.).

Das Mandelöl ist ein klares Öl von hellgelber oder strohgelber Farbe, sehr angenehmem Geschmack und ist fast geruchlos. Das Öl ist dickflüssiger als Mohnöl, dünnflüssiger als Olivenöl, wird bei —10° C dick, bei —16° C weißgetrübt und bei —20 C starr (Schaedler). Spezifisches Gewicht 0,9170—0,920. Das Mandelöl besteht fast aus reinem Olein und enthält nur ganz geringe Mengen freier Fettsäuren. Das Öl löst sich in

Äther, Chloroform leicht und wird bald ranzig (Benedikt und Ulzer, l. c., p. 776).

Mandelöl wird hauptsächlich gefälscht mit Mohnöl, Sesamöl, Nußöl, Baumwollsamenöl, Pfirsich- und Aprikosenkernöl. Letztere zwei Öle, welche dem Mandelöl sehr nahe verwandt sind, werden in Italien und Südfrankreich im großen produziert und als Mandelöl (»süßes Mandelöl«) verkauft. Echtes Mandelöl wird im großen Maßstabe nur in England erzeugt und zwar aus den nordafrikanischen und aus den von Ostindien importierten Mandeln (Schaedler, l. c., p. 535).

Das Mandelöl wird zu Parfümeriezwecken, zur Seifenfabrikation — es liefert eine sehr feste Seife —, in der Medizin und als Speiseöl verwendet.

4. Rizinusöl.

Das Rizinusöl, auch Kastoröl, Oleum Palmae Christi genannt, wird aus den Samen von *Ricinus communis L.* und noch einiger anderer *Ricinus*-Arten, die vielleicht mehr als Varietäten oder Spielarten zu betrachten sind (Semler, l. c., p. 494), nach verschiedenen Methoden dargestellt. In Ostindien werden die zerquetschten Samen in Hanfsäcke gehüllt und in einer Schraubenpresse ausgedrückt. Das auslaufende Öl wird mit Wasser gekocht, wobei die Unreinlichkeiten als Schaum an die Oberfläche treten. Das Öl wird dann geseiht, an der Sonne gebleicht und in Fässer gegeben[1]). In Ouda (Indien) werden die zerkleinerten Samen in Wasser ausgekocht; in Nordamerika erwärmt man vor der Pressung die Samen, das ausgepreßte Öl wird mit Wasser gekocht (Semler). Heute werden in den Produktionsländern die besten Sorten des Rizinusöles aus entschälten Samen durch zweimalige kalte Pressung erzeugt; eine dritte, warme Pressung liefert minderes Öl, das noch als Brennöl Verwendung finden kann. In Italien wird auch noch geringwertiges Rizinusöl durch Einwirkung von heißen Wasserdämpfen auf die Samen und nachherige heiße Pressung gewonnen[2]). Auch mit Schwefelkohlenstoff und absolutem Alkohol werden behufs Ölgewinnung die *Ricinus*-Samen vielfach extrahiert.

Das Rizinusöl ist farblos oder wenig grünlichgelb, hat einen milden, nachher kratzenden Geschmack, ist sehr dickflüssig und verdickt sich beim Stehen an der Luft, bis es in eine zähe Masse übergeht; es trocknet aber niemals, auch nicht in dünnen Schichten vollständig ein. Bemerkenswert ist sein Drehungsvermögen. Nach Peter[3]) ist es stark rechtsdrehend (+ 40,7°). Seine Dichte liegt bei 15° C zwischen 0,9611 und 0,9736 — die höchste Dichte aller bekannten Öle. Bei — 12° C trübt

1) Semler, l. c., p. 504.
2) Schaedler, l. c., p. 553.
3) Chem. Zeitg. 1887, p. 267, Rep.

es sich und bei —17° bis —18° C erstarrt es (Schaedler). Hauptbestandteil des Rizinusöles ist das Glyzerid der Rizinusölsäure, daneben geringe Mengen von Sebacin-Stearinsäure und Oxystearinsäureverbindungen. Mit absolutem Alkohol und mit Eisessig ist Rizinusöl in jedem Verhältnis mischbar, in Benzin und Petroläther ist es völlig unlöslich. Rizinusöl ist leicht verseifbar.

Rizinusöl findet Anwendung in der Medizin, in der Seifenfabrikation (Glyzerinseifen), zur Herstellung des Türkischrotöles, als Brennöl und Schmiermaterial. In China soll frisches Rizinusöl auch als Speiseöl dienen (Schaedler, l. c., p. 556).

B. Schwach trocknende Öle.

Zu dieser Gruppe der Öle gehörig wären als die wichtigsten zu nennen: die Rüböle, das Senföl, Bucheckerkernöl, Krotonöl, Kürbiskernöl, Sojabohnenöl, Sesamöl, Baumwollsamenöl. Weiter gehören hierher, neben einigen anderen weniger bekannten Ölen, noch: das Leindotteröl, Hederichöl, verschiedene Cucurbitaceenöle, die Gramineenöle, das Kapoköl.

1. Rüböle.

Mit diesem Namen bezeichnet man die durch Pressung, seltener durch Extraktion mittelst Schwefelkohlenstoffes aus den Samen verschiedener Varietäten[1]) des Feldkohles, *Brassica campestris L.*, erhaltenen Öle. Von Schaedler[2]) werden unterschieden: 1. das Kohlsaatöl, Kolzaöl von *Brassica campestris L.;* 2. das Raps- oder Repsöl von *Brassica Napus L.* und 3. das Rüb- oder Rübsenöl von *Brassica Rapa L.* Die englischen Ölfabriken beziehen große Quantitäten von Rapssamen aus Ostindien, namentlich von Kalkutta, Madras, Bombay, Guzerote und Ferozepore[3]).

Die Ölprodukte aller *Brassica*-Arten stimmen in ihren Haupteigenschaften überein; sie haben frisch gepreßt eine mehr oder weniger dunkelbraungelbe Farbe, sind fast ganz geruchlos, nehmen aber beim Lagern, wobei sich stets viel Schleim und Eiweiß absetzt, einen unangenehmen Geruch an; sie haben einen widerwärtigen kratzenden Geschmack. Im raffinierten Zustande — die Raffinierung wird durch Zusatz von 1—1,5 Proz. konzentrierter Schwefelsäure bewerkstelligt — sind die Rüböle hellgelb und erinnern weder im Geruch noch Geschmack an rohes Öl. Rohe Rüböle sind nur als Schmieröle zu verwenden; die raffinierten Öle werden als Brennöle, Schmieröl, zur Herstellung von Seifen, auch als Speiseöl (sogenanntes Schmelzöl, das aus Rüböl durch

1) Über diese, sowie über die davon stammenden Samen s. Abschnitt »Samen«.
2) Schaedler, l. c., p. 587.
3) Morgan, The British Trade Journ. Febr. 1872.

Erhitzen und nachherigem Zusatz von Kartoffelstärke und Filtrieren bereitet wird) benutzt. — Das spezifische Gewicht der Öle ist bei 15° C: 0,9112—0,9175 (Schaedler), ihr Erstarrungspunkt liegt zwischen + 2° und — 10° C (Schaedler).

Die verschiedenen Rüböle haben folgende Eigenschaften[1]):

1. Sommerrübsenöl von *Brassica Rapa L. var. annua Koch* ist bräunlichgelb, dickflüssig; spezifisches Gewicht bei 15° C: 0,9139. Bei — 8° C wird Stearin ausgeschieden und bei — 10° C erstarrt das Öl zu einer gelbweißen Butter.

2. Winterrübsenöl von *Brassica Rapa L. var. oleifera DC.* ist bräunlich gelb, spezifisches Gewicht bei 15° C: 0,9154; bei — 4° C finden feste Ausscheidungen statt, bei — 7,5° C erstarrt es zu einer weißgelben Masse. Das raffinierte Öl ist blaßgelb, spezifisches Gewicht: 0,9127.

3. Sommerrapsöl von *Brassica Napus L. var. annua Koch* ist bräunlichgelb, ins Grüngelbe übergehend. Spezifisches Gewicht bei 15° C: 0,9147. Bei — 1° C finden Ausscheidungen statt, bei — 4° C erstarrt es zu einer grünlichgelbweißen Butter.

4. Winterrapsöl von *Brassica Napus L. var. oleifera DC.*, Farbe wie beim Sommerrapsöl; spezifisches Gewicht bei 15° C: 0,9157; scheidet bei — 1° C festes Fett ab und erstarrt bei — 2° bis — 3° C zu einer gelbweißen Masse. Das frisch gepreßte Öl sondert beim Stehen Schleim ab, klärt sich und erscheint in den oberen Schichten grünlichgelb, in den unteren goldgelb. Das raffinierte Öl ist hell, weingelb; spezifisches Gewicht: 0,9132.

5. Das Kohlsaatöl oder Kolzaöl von *Brassica campestris L.* hat die Farbe des Winterrapsöles, ist nur wenig dickflüssiger als dieses. Bei — 4° C scheidet es festes Fett aus und bei — 6° C erstarrt es zu einer gelben butterähnlichen Masse.

Die Rüböle bestehen hauptsächlich aus den Glyzeriden der Ölsäure, Stearinsäure und Erukasäure. Von Reimer und Will[2]) wurde im älteren Rüböl auch noch das Diglyzerid der Erukasäure, das Dierucin, aufgefunden. Nach denselben Forschern soll die flüssige Säure des Rüböles nicht Ölsäure, sondern Rapinsäure $C_{18}H_{34}O_3$ sein und letztere die sehr niedere Verseifungszahl bedingen. Heißgepreßte Rüböle enthalten auch noch kleine Mengen von Schwefelverbindungen[3]). — Alle Rüböle sind in Alkohol sehr wenig löslich, lassen sich schwer verseifen und werden an der Luft unter gleichzeitigem Verdicken ranzig, trocknen aber nicht ein.

---

1) Schaedler, l. c., p. 593.
2) Zeitschr. f. analyt. Chemie. 1889, p. 183.
3) Hefter, l. c., p. 355.

2. Senföle.

Diese Öle werden aus den Samen von *Brassica nigra (L.) Koch (Sinapis nigra L.)*, schwarzer Senf, und *Sinapis alba L.*, weißer Senf, gewonnen. Auch von der im südlichen Asien und nordöstlichen Afrika wild wachsenden und daselbst, sowie im südöstlichen Rußland (Sarepta) in großem Maßstabe kultivierten *Brassica juncea (L.) Koch (Sinapis juncea L.)* wird als Nebenprodukt bei der Senfmehlbereitung ein fettes Öl dargestellt.

Der schwarze Senf gibt 18 Proz. Öl; dieses hat eine bräunlichgelbe Farbe, milden Geschmack und schwachen Senfgeruch. Spezifisches Gewicht bei 15° C: 0,9170 (Chateau). Es ist etwas dünnflüssiger als das weiße Senföl und erstarrt bei — 17,5° C (Chateau) zu einer braungelblichen Masse. Das schwarze Senföl ist in 4 Teilen Äther und in 1000 Teilen Alkohol löslich. Nach Goldschmidt[1]) enthält es die Glyzeride der Behensäure $C_{22}H_{44}O_2$ und Erukasäure und Glyzeride flüssiger Fettsäuren. De Negri und Fabris haben darin stets Schwefelgehalt nachgewiesen, durch welchen es sich von kalt gepreßtem, weißem Senföl unterscheidet[2]).

Der weiße Senf gibt etwa 35 Proz. Öl, das goldgelb ist und einen eigentümlichen, scharfen Geschmack besitzt. Spezifisches Gewicht bei 15° C: 0,9145 (Schaedler). Es erstarrt bei — 8 bis — 16° C. (Schaedler).

Das Sarepta- oder indische Senföl ist hellgelb. Spezifisches Gewicht: 0,9158—0,9206.

Die Senföle werden in der Regel nur als Nebenprodukt gewonnen; nur der weiße Senf wird zur Brennölgewinnung in Indien gebaut[3]); sie werden in der Seifenfabrikation, in der Kattundruckerei (als Ersatz für Rizinusöl) und insbesondere als Schmieröl, dann als Brennöl und in der Pharmazie verwendet. Sareptasenföl dient in Rußland und Indien als Speiseöl.

3. Bucheckerkernöl.

Aus den Samen der Rotbuche, *Fagus silvatica L.*, wurde schon zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts in England ein Öl bereitet[4]); nach Mitteilungen von Porta, welche Böhmer[5]) zitiert, scheint die Ölbereitung aus den Samen der Rotbuche noch älter zu sein. Heute wird die

---

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien **70,** 2, p. 451.
2) Zeitschr. f. analyt. Chemie **33** (1894), p. 554.
3) Schaedler, l. c., p. 607.
4) Jacobson, Technol. Wörterbuch **1,** p. 318.
5) l. c. **1,** p. 634.

Darstellung des Bucheckerkernöles in Thüringen, Hannover, am Rhein und im nördlichen Frankreich betrieben[1]).

Die entschälten Samen enthalten 42,49 Proz. Fett[2]). Kalt gepreßtes Bucheckerkernöl ist blaßgelb, von schwachem, eigenartigem Geruch und mildem Geschmak; heiß gepreßtes, aus nicht geschälten Samen hergestelltes Öl ist dunkler bis orange gefärbt und von herbem Geschmack, der sich mit dem Alter des Öles verliert und auch durch kräftiges Waschen mit Wasser zum größten Teile verschwindet[3]). Das Öl besteht der Hauptmasse nach aus Triolein und enthält nur ganz geringe Mengen freier Fettsäuren, weshalb es sich durch lange Zeit unverändert erhält, ohne ranzig zu werden. Es erstarrt bei —17° C. Spezifisches Gewicht bei 15° C: 1,9225 (Chateau).

Das Öl wird verwendet zum Verschneiden des Nuß-, Mohn-, Oliven- und Mandelöles; es ist ein vorzügliches Speiseöl und wird auch als Brennöl und in der Seifenfabrikation benutzt. Die daraus hergestellten Seifen sind ziemlich weich, gelblich und später grünlich gefärbt.

4. Sojabohnenöl.

Die Sojabohne, *Soja hispida Mönch = Glycine hispida Maxim.*, ist eine der wichtigsten Kulturpflanzen Ostasiens, die, in China heimisch, heute dort (namentlich in der Mandschurei), in Japan und Indien im großen angebaut wird. Nach der Gestalt und Farbe der Samen werden zahlreiche Rassen bzw. Varietäten unterschieden[4]). Man hat auch versucht, die Sojabohne in Deutschland und Österreich zu kultivieren[5]); doch gaben diese Versuche keine günstigen Resultate, da die Pflanze in unserem Klima nicht immer zur Reife gelangt.

Das in den Heimatländern aus den zerkleinerten und erwärmten Samen auf eine primitive Weise gepreßte Öl ist in China Brennöl, Speiseöl; in Europa wird das Öl in der Seifenfabrikation verwendet und zu diesem Zwecke in England auch aus dorthin in größeren Mengen importierten Samen dargestellt. Das Sojabohnenöl wird auch als brauchbarer Ersatz des Leinöles für Malerzwecke[6]) und zur Herstellung gewisser Kautschuksurrogate[7]) empfohlen. Die Abfallprodukte bei der Ölgewin-

1) Schaedler, l. c., p. 647.

2) König, Nahrungs- und Genußmittel. Berlin 1903, **1**, p. 612. — Landw. Zeitg. f. Westfalen. Lippe 1889, **46**, p. 38.

3) G. H., Buchenkernöl, eine Studie über die Verwertung der Bucheicheln. Chem. Rev. **12**, p. 30.

4) Harz, Landw. Samenkunde. Berlin 1885, p. 690.

5) Friedr. Haberlandt, Die Sojabohne. Wien 1878.

6) M. Toch, Sojaöl f. Malerzwecke. Journ. Soc. Chem. Ind. **31**, Nr. 12; in Chem. Revue **19**, p. 197.

7) Tropenpflanzer **15**, p. 173.

nung sind ein vorzügliches Kraftfutter- und Düngemittel; endlich werden in China und Japan aus der Sojabohne noch eine Reihe sehr beliebter Nährprodukte hergestellt, so daß von dieser Pflanze mit Recht gesagt werden kann, »sie liefere für die Produktionsländer einen ganz beträchtlichen Bestandteil der Nahrung für Menschen und Vieh«[1]). Welche bedeutenden Quantitäten Sojabohnen jährlich produziert werden, erhellt aus der Angabe englischer Konsuln, derzufolge in der Nordmandschurei allein im Jahre 1908 die Ernte 900000 t betrug[2]). Nach England sollen 1909 nicht weniger als 400000 t Sojabohnen eingeführt worden sein (Houcamp, l. c., p. 614).

Das Sojabohnenöl hat nach Hefter (l. c. p. 305) eine gelblichweiße bis braungelbe Farbe, einen dem Olivenöl nicht unähnlichen Geruch und einen an mindere Sorten guter Speiseöle erinnernden Geschmack. Das spezifische Gewicht bei 15° C beträgt 0,924—0,927; das Öl erstarrt nach S. Keimatsu bei —15 bis —16° C[3]).

Frisch gepreßtes Sojabohnenöl ist immer trübe, bildet aber nach kurzer Zeit einen Bodensatz, der von Korentschewski und A. Zimmermann mikroskopisch untersucht und zum größten Teile aus Pflanzenfasern, zum kleineren Teile aus Sandpartikelchen bestehend erklärt wurde[3]). Dieses Öl kommt jedoch in der Regel nicht in den Handel, sondern erst nach der Klärung. Exportiert wird nur klares Öl.

Das Sojabohnenöl besteht aus den Glyzeriden der Palmitin-, Öl- und Linolsäure. Matthes und Dahle haben auch Linolensäure nachgewiesen[4]). In dem unverseifbaren Anteil (0,7 Proz.) fand Keimatsu 0,2 Proz. Phytosterin. Bei längerem Stehen älterer Öle scheidet sich festes Palmitin aus.

5. Sesamöl.

Dieses Öl (Til- oder Gingelyöl) wird aus den Samen von *Sesamum indicum L.* und *S. orientale L.* (letzteres wird auch nur als eine Varietät von *S. indicum DC.* betrachtet) durch Pressung gewonnen. Die Sesampflanze wird in allen tropischen und wärmeren Gegenden kultiviert und zählt zu den wichtigsten Ölpflanzen. Aus den Produktionsländern werden meistens die Samen — Sesamsaat —, weniger das Öl, das dort in ziemlich primitiver Weise dargestellt wird, nach Europa gebracht und daselbst in den Ölfabriken erst gepreßt. Die wichtigsten Produk-

1) F. Houcamp, Die Sojabohne und ihre Verwertung. Tropenpflanzer **14,** p. 613 ff.

2) Henry Lagnier, Les corps gras. Ind. **36,** Nr. 19 und 20; in Chem. Revue **17,** p. 138.

3) Sanitär-hygienische Untersuchung des chinesischen Bohnenöls. Chem. Zeitg. 1905, Nr. 58; in Chem. Revue **12,** p. 190.

4) Archiv der Pharm. **249** (1911), p. 424.

tionsgebiete der Sesamsaat sind Ostindien und die Levante; in neuerer Zeit beginnt auch China Sesam zu exportieren und in nicht allzu ferner Zeit dürften auch Deutsch-Ostafrika und Senegambien sowie der ganze Westen von Afrika am Sesamexport in erheblicher Weise Anteil nehmen. Der Sitz der bedeutendsten Sesamölindustrie ist noch immer Marseille, wenn auch in letzteren Jahren die Produktion daselbst zurückgegangen ist[1]). Marseille importierte an Sesamsaat 1904: 88144000 kg, Deutschland im selben Jahre 51312900 kg und Österreich-Ungarn 36767400 kg (Hefter, l. c.).

Das Rohmaterial wird dreimal gepreßt, und zwar die ersten beiden Male kalt, das letzte Mal warm. In Frankreich werden die Rückstände der letzten Pressung noch mit Schwefelkohlenstoff extrahiert. Die Samen geben 45—56 Proz. Öl[2]). Das Öl der ersten Pressung — huile de sésame de froissage — ist das beste und wird dem feinsten Olivenöl als Speiseöl gleichgestellt. Das Öl der dritten Pressung sowie das durch Extraktion gewonnene — huile de rabat — wird in Frankreich nur zur Seifenfabrikation genommen. Sonst findet das Sesamöl auch noch Verwendung als Brennöl, Schmieröl, zu Parfümeriezwecken (zur Extraktion des Parfüms von Jasmin, Tuberosen und Orangenblüten), zum Verschneiden des Olivenöles, bei orientalischen Völkern als Heilmittel gegen Hautkrankheiten. In Deutschland und Österreich wird Sesamöl nach gesetzlicher Vorschrift bei der Herstellung von Margarine und Kunstbutter benutzt. Der Bodensatz des Sesamöles soll nach Semler (Trop. Agrikultur, 1. Aufl., II, p. 480) zur Bereitung der chinesischen Tusche verwendet werden. Die Preßrückstände, Sesamkuchen, finden infolge ihres hohen Eiweißgehaltes (37,5—39,5 Proz.) in der Landwirtschaft als Viehfutter und Düngemittel vielfach Anwendung.

Die besten, durch kalte Pressung erhaltenen Sesamöle sind farblos, hellgelb, goldgelb, beinahe geruchlos und haben einen angenehmen, milden Geschmack. Die heiß gepreßten sowie die Extraktöle sind bräunlichgelb, dunkelbraun, mitunter fast schwarz, haben einen unangenehmen Geruch und widerlich bitteren Geschmack. Die kalt gepreßten Öle sind ziemlich dünnflüssig, die heiß gepreßten dickflüssig. Das spezifische Gewicht liegt bei 15° C zwischen 0,9210 und 0,9240. Das Öl wird sehr schwer ranzig, bleibt bis 14° C klar, verdickt sich dann mehr und erstarrt bei —5° C zu einer gelblichweißen homogenen Masse. — Sesamöl enthält die Glyzeride der Stearin-, Palmitin-, Öl-, und Linolsäure. Charakteristisch für das Sesamöl sind einige Farbenreaktionen, durch welche seine Anwesenheit in anderen Ölen leicht erkannt werden kann.

1) Hefter, l. c., p. 278.
2) Schaedler, l. c., p. 614. — Semler, l. c., p. 473.

Wird ein Stückchen Zucker mit konzentrierter Salzsäure übergossen und mit dem doppelten Volumen Öl geschüttelt, so färbt sich Sesamöl rot und nach dem Absetzen ist die wässerige Schicht rot gefärbt (Baudouin[1]). Eine zweite, gleichfalls verläßliche Reaktion wurde von Soltsien angegeben[2]: wird zu 2—3 Vol. des zu untersuchenden Öles 1 Vol. mit Salzsäure versetzter Zinnchlorürlösung gegeben, durchgeschüttelt, bis eine Emulsion entsteht, und in ein heißes Wasserbad das Reagensglas gestellt, so färbt sich die sich absetzende Zinnchlorürlösung je nach dem Gehalte an Sesamöl hellzinoberrot bis dunkelweinrot. (Über andere Farbenreaktionen s. Benedikt und Ulzer, l. c., p. 749).

Sesamöl wird häufig mit Arachisöl verfälscht.

Das Sesamöl ist nicht zu verwechseln mit dem Leindotteröl, das nicht selten unter dem Namen »deutsches Sesamöl« in den Handel gelangt.

6. Baumwollsamenöl.

Die Samen verschiedener Baumwollenarten liefern 15—25 Proz. fettes Öl, das als Baumwollsamenöl, Kottonöl, heute eine wichtige Rolle unter den vegetabilischen Ölen spielt. Früher hat man die Samen, als Nebenprodukt der Fasergewinnung, für ganz wertlos gehalten; zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts begann man die Baumwollsamen als Dünger zu verwenden und seit 1852, in welchem Jahre das erste Baumwollsamenöl aus Ägypten nach Frankreich kam, begann man Öl aus den Samen zu gewinnen. Heute werden in Frankreich, England, Italien, Deutschland, Österreich und Nordamerika größtenteils durch Pressen bedeutende Mengen von Baumwollsamenöl erzeugt, das im raffinierten Zustande mannigfache Anwendung findet: als Speiseöl, zur Verfälschung von Olivenöl und Schweinefett, zur Herstellung von Kunstbutter, von Kautschuksurrogaten, in der Seifenfabrikation. Am intensivsten wird die Kottonölerzeugung in Nordamerika betrieben, woselbst 1903: 3277233 t Baumwollsaat (Samen) verarbeitet wurden[3]). Europa deckt den Kottonölbedarf teils durch den Import von Öl, teils durch eigene Erzeugung aus importierter Saat.

Das rohe Kottonöl ist dickflüssig, trübe, braun bis schwarz; das raffinierte Öl ist strohgelb mit nußartigem Geschmack. Reines Öl hat ein spezifisches Gewicht von 0,922—0,930; es scheidet schon unter 12° C feste Triglyzeride ab, wird bei 0 bis —1° C fest. Das von den Ausscheidungen durch Abpressen befreite Öl erstarrt bei —12° C

1) Zeitschr. f. d. chem. Großgewerbe, 1878, p. 771; in Benedikt und Ulzer, l. c., p. 745.

2) Zeitschr. f. öffentl. Chemie 3 (1897), p. 63. — Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel 7 (1904), p. 422.

3) Hefter, l. c., p. 240.

(Benedikt und Ulzer, l. c., p. 725). — Der flüssige Anteil des Kottonöls bildet das Speiseöl, der feste das Baumwollstearin (Cotton margarin). Das Öl besteht hauptsächlich aus den Triglyzeriden der Palmitinsäure, Ölsäure, Linolsäure und Linolensäure, enthält nach Benedikt und Ulzer geringe Mengen von Oxyfettsäuren und 0,73—1,68 Proz. Unverseifbares, das der Hauptsache nach aus Phytosterin besteht. Das Baumwollsamenöl unterscheidet sich von allen anderen Ölen durch den sehr hohen Schmelz- und Erstarrungspunkt seiner Fettsäuren.

C. Trocknende Öle.

Die wichtigsten hierher gehörigen Öle sind: das Leinöl, Holzöl, Hanföl, Mohnöl, Sonnenblumenöl, Safloröl, Madiaöl, Nigeröl, Nußöl, Lallemantiaöl.

1. Leinöl.

Dieses Öl wird aus den Samen des Flachses oder Leines *(Linum usitatissimum L.)* gewonnen. Die Gewinnung des Öles findet statt durch kaltes Pressen (Speiseöl), durch warmes Pressen oder seltener durch Extraktion (Öl zu technischen Zwecken). Zum Pressen werden entweder die zur Ölgewinnung direkt gebauten und ausgereiften Leinsamen, oder die Samen von zur Fasergewinnung gebauten Pflanzen genommen; im letzteren Falle sind jedoch die Samen nicht ausgereift, geben daher weniger und auch qualitativ minderes Öl[1]). Frische Samen werden zur Ölgewinnung selten benutzt; meist nimmt man hierzu 2—6 Monate alte Saat. Die bei der Darstellung des Öles zurückbleibenden Rückstände (Leinkuchen) finden in der Landwirtschaft als Viehfutter Verwendung.

Kalt gepreßtes Leinöl ist dunkelzitronengelb, heiß gepreßtes goldgelb bis braun. Geschmack und Geruch des Leinöles sind durchdringend, scharf, süßlichbitter, später kratzend. Das Öl ist etwas dickflüssig, wird an der Luft leicht ranzig und dickflüssiger, heller an Farbe und trocknet in dünner Schicht zu einem neutralen, in Äther unlöslichen, elastischen und glänzenden Häutchen ein, dem Linoxyn $C_{32}H_{44}O_{11}$[2]). — Viele Leinöle scheiden bei langem Lagern oder erhitzt auf 270—300° C eine schleimartige Masse ab (»Brechen des Leinöles«). Diese Ausscheidungen hielt man früher für eiweißartige Verbindungen; nach Thompson[3]) bestehen sie der Hauptsache nach aus phosphorsaurem Kalzium und Magnesium. Ihr Vorhandensein beeinflußt die Trockenfähigkeit des Leinöles und es muß bei dessen Verwendung in der Firnisfabrikation darauf Rücksicht genommen werden. — Das spezifische Gewicht des Leinöles ist ein ziem-

1) Hefter, l. c., p. 5.
2) Schaedler, l. c., p. 678.
3) Journ. Amer. Chem. Soc. **25** (1903), p. 716. — Chem. Revue. 1903, p. 255.

lich hohes; nach Allen und Parker C. Mc Ilhiney[1]) soll rohes Leinöl kein geringeres spezifisches Gewicht als 0,935 und kein höheres als 0,937 haben. Geht das spezifische Gewicht unter bzw. über die angegebene Grenze, so kann mit Wahrscheinlichkeit im ersteren Falle auf die Anwesenheit von Terpentin, Benzin, Mineralöl, Mais- oder Kottonöl, im letzteren Falle auf die Gegenwart von Harz oder Harzöl geschlossen werden. Die höhere Dichte kann auch durch übermäßiges Erhitzen oder durch eine Beimischung von Metalloxyden verursacht sein. — Der Erstarrungspunkt des Leinöles liegt zum Unterschiede von dem der meisten anderen Öle weit unter 0°; nach Chateau: —27° C.

Das Leinöl enthält beiläufig 10 Proz. Glyzeride fester Fettsäuren: Palmitin- und Myristinsäure und 85—90 Proz. flüssiger Glyzeride. Die flüssigen Fettsäuren bestehen nach Hazura und Grüßner aus ungefähr 5 Proz. Ölsäure, 15 Proz. Linolsäure, 15 Proz. Linolensäure und 65 Proz. Isolinolensäure. An Unverseifbarem enthält das Leinöl 0,3—2 Proz. (Hefter, l. c., p. 27). Der Gehalt an freien Fettsäuren ist gering. — Reines Leinöl ist in kleinen Mengen Schwefelkohlenstoffes völlig löslich, ebenso löslich in 5 Teilen absoluten Alkohols (Schaedler, l. c., p. 676).

Die Anwendung des Leinöles ist eine sehr mannigfaltige. In einigen Ländern (Polen, Rußland, Spreewald) ist es Speiseöl. Die wichtigste Verwendung findet das Leinöl bei der Herstellung von Firnissen, der Druckerschwärze, zur Darstellung wasserdichter Stoffe, von Kautschuksurrogaten (Faktis) und Linoleum, bei der Seifenfabrikation und in Indien, obwohl es eine stark rußende Flamme gibt, auch zu Beleuchtungszwecken.

2. Holzöl.

Das Holzöl (chinesisches Holzöl, Tungöl, Elæococcaöl) stammt von den Samen des Ölfirnisbaumes *Aleurites cordata Müll.*, einer im Süden Chinas und Japans in zahlreichen Varietäten einheimischen Euphorbiacee. Die apfelähnlichen Früchte enthalten 3—5 hartschalige Samen, deren Kerne 58,7 Proz. Fett geben, das in den Heimatländern in primitiver Weise gewonnen wird. Die gerösteten Samen werden zwischen Steinen zermahlen, dann kalt oder warm in hölzerne Handpressen gebracht und das abfließende Öl wird durch Tücher filtriert[2]).

Kalt gepreßtes Holzöl ist hell-weingelb (weißes Tungöl), heiß gepreßtes dunkelrotbraun (schwarzes Tungöl). Frisch gepreßte Öle sind nahezu geruchlos; nach längerem Lagern nehmen die Holzöle einen charakteristischen Geruch an, der bald an Blattwanzen, bald an Rauchfleisch erinnert. — Spezifisches Gewicht 0,934—0,943.

1) Parker C. Mc Ilhiney, Leinöl und seine Verfälschungen. Chem. Revue. 1901, p. 226ff.

2) Chem. Revue **12** (1905), p. 87. — Hefter, l. c., p. 60.

Das Holzöl besteht aus den Glyzeriden der Ölsäure und der Elæomargarinsäure, $C_{17}H_{31}COOH$ (isomer mit Linolsäure). Das Öl bleibt bis — 17° C flüssig. Die Trockenfähigkeit des Holzöles wird als noch größer als die des Leinöles angegeben; in dünner Schicht auf eine Glasplatte aufgetragen, trocknet es innerhalb weniger Stunden zu einem zusammenhängenden Häutchen ein. Die Eintrocknung erfolgt rascher bei höheren Temperaturen. Über den Verlauf des Eintrocknungsprozesses liegt eine Reihe eingehender Untersuchungen vor; nichtsdestoweniger ist der Prozeß nicht vollständig aufgeklärt. Nach Fahrion[1]) trocknet Holzöl bei gewöhnlicher Temperatur rascher an, aber langsamer durch, als Leinöl. Nach demselben Forscher erfolgt die Eintrocknung niemals »von innen heraus«, sondern wie bei allen anderen Ölen, von außen nach innen. Eine weitere Eigentümlichkeit des Holzöles ist sein Verhalten im Licht und beim Erhitzen. Holzöl erstarrt im Lichte bei Luftabschluß — zu einer festen kristallinischen Masse, die in den Fettlösungsmitteln vollkommen löslich ist. Beim Erhitzen auf etwa 180° C entwickelt es Dämpfe, bei Temperaturen von 250° C an geht es über in eine amorphe, unschmelzbare, unlösliche, feste, elastische Masse. Fahrion erklärt ersteren Vorgang durch molekulare Umlagerung, letzteren durch Polymerisation[2]).

In Äther, Petroläther, Chloroform ist Holzöl löslich, in kaltem, absolutem Alkohol nahezu unlöslich. — Frisches Holzöl ist nicht nur innerlich angewendet giftig, sondern verursacht auch auf der Haut schwer heilende Wunden.

Die Verwendung des Holzöles ist eine sehr vielseitige. In China und Japan wird es schon seit langer Zeit zum Wasserdichtmachen des Holzes, Kalfatern der Boote, als Firnisöl zum Lackieren der Möbel und auch als Brennöl verwendet. In China soll es zur Verfälschung des Gurjunbalsams (»indisches Holzöl«) benutzt werden. Die Preßrückstände werden vorsichtig geglüht und die Kohle zur Herstellung der chinesischen Tusche verwendet.

In China wird Holzöl mit Kottonöl, Sojabohnenöl und Teesamenöl gefälscht.

Das in den Handel kommende (aber nur selten exportierte) »japanische Holzöl« stammt von den Samen der *Paulownia imperialis Sieb. et Zucc.*, einem in Japan vorkommenden, der Familie der Scrophulariaceen angehörigen Baume. Dieses Öl unterscheidet sich von dem chinesischen Holzöl besonders dadurch, daß es unter den Bedingungen, bei denen letzteres hart wird, flüssig bleibt[3]).

---

1) Fahrion, Holzöl und Leinöl. Farbenzeitung **17**, Nr. 47—50; in Chem. Revue **19**, p. 249.

2) Fahrion, l. c. — Kitt, Chem. Revue **12** (1905), p. 241. — Meister, Zur Kenntnis des Holzöles. Chem. Revue **17**, p. 150; ders., Chem. Revue **18**, p. 1.

3) A. Chaston Chapman, Analyst **38**, Nr. 441; in Chem. Revue **20**, p. 61.

Das aus den Samen einer zweiten *Aleurites*-Art: *A. moluccana Willd.* gewonnene Candlenuß- oder Bankulnußöl stimmt in seiner Verwendung mit dem Holzöl überein, steht jedoch in Bezug auf Trockenfähigkeit diesem und dem Leinöl nach.

3. Mohnöl.

Das Mohnöl wird aus den Samen der Mohnpflanze *Papaver somniferum L.* (mit den Varietäten *P. album DC.* und *P. nigrum DC.*) gewonnen. Beide Formen werden gebaut; der weiße Mohn gibt feineres Öl. Zur Ölgewinnung wird jedoch meistens der schwarze Mohn genommen, da dessen Kultur lohnender ist. Der Ölgehalt beider Arten ist ziemlich gleich, er schwankt zwischen 50 und 60 Proz. — Die vorher gereinigten Samen werden zweimal gepreßt; das erste Mal kalt, dabei erhält man das weiße Mohnöl, huile blanche, als feinste Sorte. Die zweite, warme Pressung gibt das rote Mohnöl, huile de fabrique, huile russe, ein minderwertiges Öl, das nur industriellen Zwecken dient. Das weiße Mohnöl ist blaßgelb bis hell-goldgelb, klar, dünnflüssig, mit angenehmem Geschmack und eigentümlichem Geruch, wird schwer ranzig. Dieses Öl gilt in Deutschland und Frankreich als beliebtes Speiseöl, wird weiter noch in der Pharmazie und zur Herstellung feiner Malerfarben verwendet; ältere oder minder gut gepreßte Öle dienen als Brennöl und in der Seifenfabrikation. Das rote Mohnöl ist dunkel gefärbt, hat kratzenden Geschmack und einen an Leim erinnernden Geruch; es wird zur Firnisbereitung sowie als Zusatz zur Darstellung der Kernseifen genommen.

Dichte des Mohnöles bei 15° C 0,924—0,927. Bei — 15° C ist es noch klar, dickflüssig, bei — 20° C erstarrt es zu einer dicken, weißen Masse (Schaedler). Einmal erstarrt, bleibt es bis zu — 2° C fest und erst über dieser Temperatur beginnt es flüssig zu werden. — Das Mohnöl besteht aus den Glyzeriden der Stearin-, Palmitin-, Öl-, Linol- und Linolensäure. An Unverseifbarem enthält es etwa 5 Proz., die der Hauptsache nach aus Physterin bestehen. — An der Luft trocknet Mohnöl langsam ein, ist in 25 Teilen kalten und 6 Teilen heißen Alkohols löslich (Schaedler) und läßt sich leicht verseifen, wobei es eine harte, an der Luft sich nicht verändernde Seife gibt. Das Mohnöl wird häufig mit Sesamöl verfälscht, selbst aber zur Fälschung anderer Öle verwendet.

4. Sonnenblumenöl.

Die entschälten Früchte der Sonnenblume, *Helianthus annuus L.*, geben 23—36 Proz. Öl. Die Früchte werden zuerst kalt, dann warm gepreßt oder sogleich warm gepreßt. — Kalt gepreßt hat das Sonnenblumenöl hellgelbe Farbe, angenehmen Geruch und milden Geschmack;

heiß gepreßt ist es dunkler gefärbt und von eigenartigem Geruch, welcher der Benutzung des Öles als Speiseöl nicht hinderlich ist. Das Öl ist dünnflüssiger als Mohnöl, trocknet langsam ein und besitzt eine Dichte von 0,9260 (Schaedler). Es erstarrt bei — 16° C zu einer weißgelben Masse (Schaedler). Heiß gepreßtes Sonnenblumenöl scheidet beim Erkalten gelbbraune Flocken aus, welche nach P. S. Steinkeil aus Schleim, Kalk und Magnesiaverbindungen, Phosphaten und Spuren von schwefliger Säure bestehen[1]). — Das Sonnenblumenöl besteht aus den Glyzeriden der Linol-, Öl- und Palmitinsäure und Spuren von Arachinsäure[2]). In Chloroform und Benzol ist das Öl in jedem Verhältnis, in Äther im Verhältnis von 5 : 2 löslich; in Alkohol lösen sich nur 0,62 Proz.[3]). — Kalt gepreßtes Sonnenblumenöl wird im östlichen Rußland als vorzügliches Speiseöl benutzt; es findet Anwendung in der Margarinefabrikation, das warm gepreßte in der Firnis- und Seifenfabrikation und als Brennöl. Das Öl wird vorzugsweise in Rußland (Gouvernements von Saratow, Noworossijsk, früher auch Woronesch) und Ungarn erzeugt und kommt von dort aus in den Handel.

5. Safloröl.

Die ölhaltigen Früchte der Saflorpflanze (Färberdistel), *Carthamus tinctorius L.*, fanden bisher in Indien, Ägypten und Südrußland nur lokale Verwendung, könnten jedoch bei rationeller Gewinnungsweise des Öles (zweckentsprechende Entschälung) auch am Weltmarkte als Ölsaat Bedeutung gewinnen. In Indien und Ägypten wird das Safloröl auf primitive Weise durch Pressen der nicht geschälten Früchte dargestellt. Das Öl ist goldgelb, im Geschmack dem Sonnenblumenöl ähnlich. Über die Verwertung des Safloröles als Speiseöl lauten die Angaben widersprechend. Nach Tylaikow[4]) ist dieses Öl den besten Sorten des Sonnenblumenöles gleichzusetzen, während Fendler[5]) angibt, daß Safloröl, da es sehr bald ranzig wird und auch in geschlossenen Flaschen einen sehr unangenehmen, ranzigen Geschmack annehmen soll, als Speiseöl nicht geeignet ist. Spezifisches Gewicht bei 15° C: gepreßtes Öl 0,916 (Tylaikow), extrahiertes Öl 0,925 (Tylaikow); nach Fendler beträgt das spezifische Gewicht des aus Deutsch-Ostafrika stammenden, aus ungeschälten Früchten mit Äther extrahierten Öles 0,9266. Erstarrungspunkt des Öles — 13° C bis — 18° C (Fendler). Das Safloröl enthält

1) Wjestnik schirowych promysl. 1906, p. 62; nach Hefter, l. c., p. 116.

2) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 678.

3) Schaedler, l. c., p. 712.

4) N. Tylaikow, Safloröl. Nachrichten des Moskauer landwirtsch. Institutes in Chem. Zeitg. Rep. 1902, p. 85.

5) Fendler, Über das fette Öl der Samen von *Carthamus tinctorius*. Chem. Zeitg. 1904, Nr. 74. — Chem. Revue **11** (1904), p. 231.

die Triglyzeride der Palmitin-, Stearin-, Öl- und Linolsäure. Beim Stehen des Öles scheidet sich eine bei 60° C schmelzende kristallinische Masse ab, die hauptsächlich aus Palmitinsäure besteht (Tylaikow). Innerhalb 6 Tagen trocknet das Öl vollständig ein, bei höherer Temperatur noch früher (Fendler). Das Safloröl wird in Indien außer als Speiseöl noch als Brennöl, zum Einreiben des Körpers, in der Firnis- und Lackfabrikation (zum Kalfatern der Schiffe) verwendet. In Indien (Pashower) wird das Öl 12 Stunden hindurch gekocht, dann in große, flache, mit kaltem Wasser gefüllte Gefäße gebracht, woselbst es zu einer gallertartigen, dicken Masse, »rogkan«, »Afridiwachs« genannt, erstarrt. Dieses Produkt wird zur Erzeugung von Linoleum (Afridiwachstuch) benutzt und eignet sich auch vorzüglich als Schmiermittel für Leder, sowie als Bindemittel für Glaswaren[1]). In Europa könnte das Safloröl in der Seifenfabrikation und als Ersatz des Leinöles in der Firniserzeugung Anwendung finden.

6. Nigeröl.

Unter diesem Namen kommt ein trocknendes Öl in den europäischen Handel, das aus den Früchten von *Guizotia oleifera DC.*, einer in Abessinien einheimischen, dort und in Indien[2]) kultivierten Komposite gewonnen wird. Die Früchte kommen als Nigersamen, Niger seeds, nach Europa und werden jetzt in England und Deutschland auf Öl ausgebeutet. Durch Pressen erhält man 35—40 Proz. Öl.

Das Nigeröl ist von gelber Farbe, hat nußartigen Geruch und Geschmack (das nach der ersten kalten Pressung erhaltene Öl besitzt einen schwach aromatischen, etwa an Thymian erinnernden Geruch, Hefter, l. c., p. 131) und die Konsistenz des Sesamöles. Spezifisches Gewicht bei 15° C 0,9272 (Schaedler). Das Öl verdickt sich bei — 8° C, bei — 10° bildet es eine durchscheinende, gelbliche, bei — 15° C eine feste, weißliche Masse (Schaedler). Nigeröl besteht aus den Glyzeriden der Öl-, Palmitin-, Myristinsäure und einer in die Leinölsäuregruppe gehörenden Säure[3]). Mit Natron verseift gibt es eine schöne, harte Seife, trocknet nicht so gut ein, wie die früher besprochenen Öle; bei höheren Temperaturen, bei 100° C, erfolgt die Trocknung rasch[4]). Charakteristisch für das Nigeröl ist die Färbung, die es mit einem zu gleichen Teilen aus Salpetersäure und Schwefelsäure bereiteten Gemisch annimmt; es färbt sich darin anfänglich braungelb, nach $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde schwärzlichbraun und erst nach vielen Stunden rotbraun (Schaedler). — Das Nigeröl ist in Indien Speiseöl; in der europäischen Industrie wird es als Brenn-

1) Pharm. Zentralh. 1902, p. 655.
2) Hier heißt die Pflanze *Ram-til.* Semler, l. c., p. 513.
3) Schaedler, l. c., p. 719.
4) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 678.

öl, Schmieröl und in der Seifenfabrikation zum Ersatz des Leinöles und zur Verschneidung des Rüböles verwendet.

7. Nußöl.

Die Samen des Walnußbaumes, *Juglans regia L.*, enthalten 40—50 Proz. Öl. Zur Ölgewinnung werden nur 2—3 Monate gelagerte Nüsse genommen; frische Nüsse liefern infolge des hohen Wassergehaltes ein trübes, sich schwer klärendes Öl. Die Samenkerne werden kalter und warmer Pressung unterzogen. Kalt gepreßtes, frisches Nußöl ist fast farblos oder hell-grünlichgelb, die grünliche Färbung verschwindet bald; es hat einen angenehmen Geruch und Geschmack. Das warm gepreßte Öl ist dunkelgrünlich, mit scharfem Geschmack und Geruch. Spezifisches Gewicht des kalt gepreßten Öles bei 15° C 0,9250, des heiß gepreßten Öles 0,9268 (Schaedler). Das Nußöl ist dünnflüssig, beginnt erst bei — 17 bis — 18° C sich zu verdicken und erstarrt bei — 27 bis — 28° C zu einer festen, weißen Masse. — Das Nußöl enthält die Glyzeride der Linol-, Linolen-, Öl-, Myristin- und Laurinsäure, wird leicht ranzig und bedarf zur Lösung mehr als 100 Teile kalten Alkohols und 60 Teile heißen Alkohols; beim Erkalten der Lösung scheiden sich Kristalle fester Glyzeride aus. — Das Nußöl trocknet leicht ein, ohne beim Eintrocknen rissig zu werden und wird deshalb namentlich zur Bereitung feinster Ölfarben verwendet; dann dient es als Speiseöl, minder gute Sorten als Brennöl (es gibt ein schönes, helles Licht), zur Herstellung von Firnissen und in der Seifenfabrikation.

Nußöl wird mit Leinöl, Mohnöl gefälscht. Sogenanntes »Nußöl« des Handels wird durch Aufgießen von Mohnöl auf Walnußkuchen und Erwärmen erhalten[1]). Nußöl steht im Preise ziemlich hoch; seine Fabrikation wird in der Umgebung von Lyon und hauptsächlich in der Dauphiné betrieben.

1) Oils, Colours and Drysalteries **17**, Nr. 6; in Chem. Rev. **12** (1905), p. 191.

Zehnter Abschnitt.

Vegetabilisches Wachs[1]).

Mehrere Pflanzen aus sehr verschiedenen Abteilungen des Gewächsreiches liefern Handelsprodukte, welche im Aussehen, in der Härte und Schmelzbarkeit dem Bienenwachs nahe kommen und in der Industrie eine ähnliche Anwendung wie dieses finden. Man hat diese Körper mit dem Namen vegetabilisches Wachs bezeichnet, obgleich, wie die unten folgenden Darlegungen lehren werden, die meisten dieser Substanzen im chemischen Charakter mit den Fetten übereinstimmen. Aber es war nicht nur der allgemein eingeführte Usus, welcher Wiesner in der 1. Auflage dieses Buches bestimmte, die als vegetabilisches Wachs bezeichneten Körper aus der Reihe der Fette auszuscheiden und in eine besondere Gruppe zusammenzufassen; hauptsächlich wurde er hierzu veranlaßt durch das Eigentümliche des Vorkommens und die Bildungsweise fast aller dieser Substanzen. Die meisten Arten vegetabilischen Wachses kommen im fertig gebildeten Zustande, nicht wie die Pflanzenfette im Innern der sie erzeugenden Gewebe und Organe, sondern auf ihrer Oberfläche vor, so z. B. das Wachs der *Myrica*-Arten, das Carnaubawachs, das Palmwachs u. a. m. Sie treten hier in eigentümlicher Weise, nämlich häufig in Form von parallel gestellten Stäbchen oder als Körnerüberzug, oder kristallinische Krusten bildend, auf, und nur selten bilden sie völlig homogene Überzüge auf der Oberhaut der betreffenden Pflanzenorgane. Auch das optische Verhalten der meisten dieser Substanzen und die Strukturverhältnisse der natürlichen Wachsüberzüge der Pflanzen bieten manche Besonderheit dar, welche die Zusammenfassung dieser Körper in eine eigene Gruppe rechtfertigt.

---

1) Neu bearbeitet von Dr. **K. Mikosch**, Professor der Botanik, techn. Warenkunde und Mikroskopie an der techn. Hochschule in Brünn.

I. Übersicht der wachsliefernden Pflanzen.

Man kennt bereits eine große Zahl von Pflanzen, deren Hautgewebe mit wachsartigen Schichten bedeckt sind. Häufig bildet das Pflanzenwachs einen zarten, weißlichen oder bläulichen, seiner Dicke nach kaum meßbaren Überzug. Hierher gehört der sog. Reif oder Duft der Pflaumen und vieler anderer Früchte, der Kohlblätter, der Nadeln vieler Koniferen, der Blätter vieler Gräser, der *Ricinus*-Blätter usw. Etwas dicker sind diese Wachsüberzüge an unserer Hauswurz *(Sempervivum tectorum L.)*, an *Euphorbia caput medusa L.* und *canariensis L.*, an mehreren Kakteen (z. B. *Lepismium paradoxum Dyck)*, wo sie bereits eine Dicke von 1—70 μ erreichen. Wahre Wachskrusten sind bis jetzt schon an vielen Pflanzen, z. B. an den Früchten von *Benincasa cerifera Savi (Cucurbita cerifera Fisch.)*, einer *Cucurbitacee* Ostindiens, an den Blättern von *Cotyledon orbiculata L.*, einer capensischen *Crassulacee*, an einer Form des Zuckerrohres *(Saccharum violaceum Tussac)*, an der Unterseite der Blätter von *Heliconia farinosa Raddi*, einer in Südamerika vorkommenden *Musacee*, an den Blättern von *Chamaedorea Schiedeana Mart.*, einer mexikanischen Palme, beobachtet worden[1]). Was die chemische Zusammensetzung der Wachse genannter Pflanzen betrifft, so ist dieselbe nicht näher bekannt; hingegen liegen ausführliche Untersuchungen über die Bestandteile des auf der Rinde von *Jatropha Cureas L.* befindlichen *Cureas*-Wachses[2]), des aus der Leinenfaser dargestellten Flachswachses[3]), sowie einer aus Jasminblüten dargestellten wachsartigen Substanz[4]) vor. Das Wachs der oben angeführten Pflanzen hat man bis jetzt für industrielle Zwecke nicht verwertet.

Die Gewächse, deren Wachs bereits Handelsprodukt geworden ist oder doch wenigstens lokal verwendet wird, sind im nachfolgenden zusammengestellt.

1. Palmen.

Copernicia cerifera Mart. (= Corypha cerifera Virey), s. Carnaubawachs.

Raphia Ruffia Mart., s. Raphiawachs.

Ceroxylon andicola Humb. et Bonpl., s. Palmwachs.

---

1) Siehe de Bary, Die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitg. 1871, p. 129 ff. — Göppert, Nova Acta Acad. Carol. Leop. **18**, Suppl. 1, p. 257 ff.

2) J. Sak, Inspectie van den Landbouw in West-Indie. 1906, Bull. Nr. 5.

3) C. Hoffmeister, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **36** (1903), p. 1047.

4) Radcliffe und J. Allan, Journ. Soc. Chem. Ind. **28**, Nr. 5; in Chem. Revue **14**, p. 640.

Klopstockia cerifera Karst., Kl. utilis Karst., Kl. quindinensis Karst., Kl. interrupta Karst., Südamerika. — Karsten in Poggendorffs Annalen CIX, p. 640. — Engler-Prantl, l. c., II, 3, p. 61. Auch an den Stämmen mehrerer in Ostindien und Südamerika vorkommenden *Cocos*-Arten soll sich ein reichlicher Wachsüberzug vorfinden, der in einigen Ländern ähnlich wie das Wachs von *Ceroxylon andicola* gewonnen werden soll. (S. Martius, Reise in Brasilien. II, p. 753 ff.)

2. Musaceen.

Musa, sp., s. Pisangwachs.

3. Myricaceen.

Myrica cerifera L. (= M. carolinensis Mill.)
M. carolinensis Willd. (= M. cerifera Mich. β)
M. cordifolia L.
M. quercifolia L.
M. arguta Kunth.
M. caracassana Humb., Bonpl. et K.
M. laciniata Willd.

} s. Myricawachs.

M. serrata Lam. Südafrika. — Soll am Kap zur Wachsgewinnung dienen; ebenso:

M. brevifolia E. Mey et C. DC.

M. Kraussiana Buching.

M. Burmannii L. — Pappe, Bonplandia. 1856, p. 162.

M. aethiopica L. Abessinien. — Schaedler, l. c., p. 878.

M. Xalapensis Kth. (= M. mexicana Willd.). Mexiko. — Über das natürliche Vorkommen des Wachses an den Früchten dieser *Myrica*, ferner der *M. serrata Lam.* s. de Bary, l. c.

M. Faya Ait. Kanarische Inseln. — Das Wachs dieser Pflanze dürfte wohl kaum in den Handel kommen. Duchesne, l. c., p. 324.

4. Moraceen.

Ficus ceriflua Jungh., s. Javanisches Pflanzenwachs (Hondangwachs).

Brosimum Galactodendron Don., s. Kuhbaumwachs.

5. Balanophoraceen.

Balanophora elongata Bl.
Langsdorffia hypogæa Mart.

} s. Balanophorenwachs.

6. Myristicaceen.

Myristica Ocuba Humb. et Bonpl., s. Ocubawachs.

7. Lauraceen.

Cinnamomum pedunculatum N. ab E. Japan. — Kagawachs. C. Bührer, American Druggist. Vol. XXI, Nr. 7. Zeitschr. f. Nahrungsmittelunters., Hygiene u. Warenkunde VI (1892), p. 305.

8. Tamaricaceen.

Fouquiera splendens Engelm. Nordmexiko, Westtexas und Südkalifornien. — (Coach-Whips-Kaktus der Yankees, Ocotilla der Mexikaner.) Die Rinde enthält außer Gummi und Harz ein Wachs — Ocotillawachs —, das im Schmelzpunkte und spezifischem Gewichte dem Carnaubawachs, sonst besonders in den Löslichkeitsverhältnissen dem Bahiawachs sehr ähnlich ist. Ed. Schaer, Archiv d. Pharm. CCXXXVI, p. 1—8. Asboth erhielt beim Verseifen des Wachses Melissylalkohol und Cerotinsäure. Hefter, l. c., p. 847.

9. Euphorbiaceen.

Pedilanthus Pavonis Boiss., s. Candelillawachs.

Euphorbia stenoclada Baill. } Süden und Westen von Madagaskar.
E. xylophylloides Brongn. } — Aus den blattlosen Zweigen und Stämmen, die mit einer Wachsschicht bedeckt sind, wurde von Jumelle und Perrier de la Bathie das Wachs durch Auskochen in Wasser gewonnen. Beide Wachsarten sind schmutzig strohgelb, spröde und von deutlicher poröser Struktur. Unter Mikroskop zeigen diese Wachse eine von zahlreichen kleinen, mit Luft erfüllten Blasenräumen durchsetzte, homogene Grundmasse, in welcher kantige Splitter einer im dunklen Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops hell aufleuchtenden Substanz eingebettet sind. P. Choux: Sur le revêtement cireux de quelques plantes aphylles du Sud-Ouest de Madagascar, Bulletin de la Societ. Linnéenne de Provence, 1912, p. 203—207. Jumelle et Perrier de la Bathie: Trois plantes à Cire de Madagascar, Journal d'Agriculture Tropicale. 1912, p. 98—100[1]).

10. Anacardiaceen.

Rhus succedanea L.
Rh. vernicifera DC.
Rh. silvestris Sieb. et Zucc.
Rh. juglandifolia H. B. K.
} s. Japanisches Wachs.

11. Asclepiadeen.

Vohemaria Messeri Buch. Süden und Westen Madagaskars, ein kleiner, ästiger, blattloser Strauch, an dessen Zweigen eine reichlich ent-

1) Von diesen beiden Euphorbia-Wachsen, dem Wachs von *Raphia* und von *Vohemaria* wurden mir Proben zur mikroskopischen Untersuchung in besonders liebenswürdiger Weise von Prof. H. Jumelle (Marseille) zur Verfügung gestellt.

wickelte Wachsdecke vorhanden ist. Jumelle und Perrier de la Bathie konnten aus 6 kleinen Pflanzen 200 g Wachs gewinnen. Die mir vorgelegene Probe zeigt bimssteinartiges Aussehen, ist graugelblich gefärbt und sehr spröde. Mikroskopisch untersucht zeigt dieses Wachs eine den oben genannten *Euphorbia*-Wachsen ähnliche Struktur, nur ist die Menge der das dunkle Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops aufhellenden Substanz weitaus geringer. (Jumelle et Perrier de la Bathie, l. c.; P. Choux, l. c.)

12. Kompositen.

Baccharis confertifolia Colla. Das grünliche, zähe schmelzende Wachs dieses Baumes befindet sich im Besitze der Warensammlung der Wiener technischen Hochschule. Der Pflanzenteil, aus welchem es abgeschieden wird, ist nicht ermittelt. Wiesner, l. c., p. 218.

Über das technisch verwendete Schellackwachs, das aus Schellack bzw. Körnerlack hergestellt wird, s. Abschnitt: Harze, Gummilack.

II. Natürliches Vorkommen und Entstehung des vegetabilischen Wachses.

Gewöhnlich kommt das vegetabilische Wachs in Form eines Überzuges an der Oberhaut der Stengel, Blätter oder Früchte vor. In wenigen Pflanzen tritt es hingegen im Innern der Zellen auf. Ersterer Fall findet sich u. a. bei den Früchten der Myricaceen und den Blättern und Stämmen mancher Palmen; letzteren hat man in den Früchten mehrerer *Rhus*-Arten, von *Myristica Ocuba,* im Milchsafte von *Ficus ceriflua* und im Stengelparenchym einiger Balanophoren[1]) beobachtet. Eine eigentümliche, von der erwähnten ganz verschiedene Form des Auftretens vegetabilischen Wachses beschreibt E. Schaer für die Rinde von *Fouquiera splendens.* Daselbst kommen wachsartige Substanzen in der Membran der Sklerenchymfasern (Bastfasern) vor[2]). Das von C. Hoffmeister dargestellte Flachswachs dürfte wahrscheinlicherweise auch in der Membran der Leinenfaser seinen Sitz haben. Nach dem Orte des Auftretens richtet sich die Darstellungsweise des vegetabilischen Wachses. Das an der Oberfläche der Pflanzenteile vorkommende Wachs wird in der Regel von der Oberhaut mechanisch abgelöst und die so erhaltenen Schuppen werden durch Zusammenschmelzen in Wasser in eine kompakte Masse verwandelt. Auch kann das in solcher Form auftretende Wachs

1) Göppert, Nova acta. Vol. XVIII, Suppl. 1, 1841, p. 229.

2) E. Schaer, Über *Fouquiera splendens*, die Stammpflanze des »Ocotilla«-Wachses. Archiv d. Pharmazie **236** (1898), p. 5 ff.

durch Abschmelzen der betreffenden Pflanzenteile in kochendem Wasser gewonnen werden. Das in den Zellen eingeschlossene Wachs muß hingegen durch Zerkleinern der dasselbe enthaltenden Pflanzenorgane und hierauf folgendes Ausschmelzen in heißem Wasser oder durch Auspressen in der Wärme gewonnen werden.

Das als Überzug auftretende Wachs bildet entweder eine homogene »Glasur«, wie bei den oben genannten Euphorbien, bei Kakteen und Semperviven, oder es besteht aus kleinen Körnchen, die bald in einfacher Lage, »einfacher Körnchenüberzug«, bald in mehrschichtiger Lage, »gehäufter Überzug«, den Pflanzenteil bedecken. Diese beiden letztgenannten Wachsüberzüge finden wir in dem sog. Duft oder Reif der Pflanzen. Oder, und dies ist an den meisten jener Pflanzen zu beobachten, deren wachsführende Organe mit ganzen Krusten bedeckt sind, es setzt sich das Wachs aus feinen, dicht gedrängten, auf der Oberhaut senkrecht stehenden Stäbchen zusammen, »Stäbchenüberzug«. Dickere Wachskrusten haben gewöhnlich ein kristallinisches Gefüge und sind manchmal parallel der Oberfläche geschichtet.

Fig. 96. *a* Vergr. 300 mal. Wachsschüppchen von der oberen Blattseite von *Copernicia cerifera Mart. s s* Partien, welche die Spaltöffnungen deckten. *b* Beobachtet mit Hartnacks Syst. 8 immers. Nr. 11. Ocul. holost. Stäbchen der Wachsschuppen vom Blatte der *Copernicia cerifera*. Die schraffierten Partien erscheinen im Mikroskop bläulich, die übrigen rötlich. (Nach Wiesner.)

Man hat die natürlichen Wachsschichten der Pflanzen früher für strukturlos gehalten und erklärte sie für Produkte einer chemischen Metamorphose der Wände jener Zellen, denen sie anhaften. de Bary[1]) hat zuerst die merkwürdigen Strukturverhältnisse des vegetabilischen Wachses dargelegt und gezeigt, daß das ausgeschiedene Wachs zuerst in der Kutikula nachweisbar ist und aus dieser auf die Oberfläche tritt; in keinem Falle konnte dieser Forscher eine Spur von Wachs finden, welches im Innern der ausscheidenden Zellen vorgebildet und durch die Mem-

1) Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitg. 1871, p. 129ff. — S. auch de Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. 1877, p. 92.

bran hindurch nach außen befördert worden wäre. Wiesner[1]) machte aufmerksam, daß die Wachsdecken der pflanzlichen Oberhäute häufig regelmäßige Unterbrechungen zeigen, nämlich Lücken, welche davon herrühren, daß gewisse Gewebsbestandteile, z. B. Spaltöffnungen, Haare usw. an der Wachssekretion manchmal nicht Anteil nehmen. Daß jedoch in einigen Fällen die Schließzellen der Spaltöffnungen dennoch an der Wachsbildung partizipieren, zeigte Wiesner für die Wachsschuppen, die an den Blättern von *Copernicia cerifera* entstehen. Diese Wachsschuppen, aus denen das Carnaubawachs des Handels dargestellt wird, lassen in ununterbrochenem Zuge kleine, mehr oder minder gut abgegrenzte Felderchen erkennen, welche in Größe und Form teils den Oberhautzellen, teils den Spaltöffnungszellen der Oberhaut des die Schuppen tragenden Blattes gleichen. Die Unterseite jeder Schuppe zeigt also einen sehr genauen Abdruck der Oberhaut des Blattes der Carnaubapalme[2]).

Über das Vorkommen des Wachses in den Früchten von *Rhus toxicodendron* und *Rh. vernicifera* geben uns die Beobachtungen von A. Meyer und Möbius näheren Aufschluß[3]. Das Wachs tritt bei den genannten Pflanzen in den Grundgewebszellen der mittleren Fruchthaut (Mesokarp) auf und bildet dort eine dicke Kruste auf der Innenfläche der Membran. Die Wachskruste liegt der Membran fest und dicht an, ihre innere Begrenzung hat eine körnige Oberfläche; sie zeigt deutliche, strahlige Struktur und scheint aus lauter Stäbchen zu bestehen, die nach außen zu dichter aneinander stehen. Möbius gibt an, daß die Wachskrusten im polarisierten Lichte sich nicht als doppeltbrechend erweisen, hält aber doch dafür, daß sie kristallinische Struktur besitzen (l. c.[4]). Was die Entstehung dieser Wachskrusten betrifft, so werden letztere nach den Beobachtungen von Möbius als dünne, körnige Ablagerungen zwischen Membran und Protoplasmaschlauch angelegt. In solchen Zellen, in denen die Wachsbildung begonnen hat, läßt sich keine Stärke nachweisen. Die Wachsschicht wird nun allmählich dicker, das Lumen verengend, wobei die äußeren Partien dichter werden und das körnige Aussehen in die radialfaserige Streifung übergeht.

Wiesner hat den Nachweis geliefert, daß alle geformten Wachsüberzüge (einfacher Körnchenüberzug, gehäufter Überzug, Stäbchenüber-

1) Technische Mikroskopie. 1867, p. 252.

2) Wiesner, Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitg. 1871, p. 769 ff.

3) A. Meyer, Über die Entwicklung des Wachses der Frucht von *Rhus toxicodendron Mich.* Archiv d. Pharm. **215,** p. 514.

4) M. Möbius, Über Wachsausscheidung im Innern von Zellen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. **15,** p. 435. — Derselbe, Der japanische Lackbaum, *Rhus vernicifera D C.* Abhandl. d. Senckenbergischen naturforsch. Gesellsch. **20,** Heft II.

zug, Wachskrusten) tatsächlich einen kristallinischen Charakter tragen, nämlich entweder aus Kristallen bestehen, oder sich aus Aggregaten unvollkommen ausgebildeter Kristalle zusammensetzen, man daher von amorphen Überzügen (Glasur) und von kristallinischen Überzügen sprechen kann[1]).

III. Chemische Zusammensetzung des vegetabilischen Wachses.

Die Chemie bezeichnet als Wachse alle im pflanzlichen und tierischen Organismus gebildeten Substanzen, welche als wesentliche Bestandteile die aus Fettsäuren und meist einwertigen, hochmolekularen Alkoholen gebildete Ester enthalten[2]). Nun ergab aber die chemische Untersuchung der vegetabilischen Wachse, daß viele dieser Substanzen keineswegs der erwähnten Zusammensetzung entsprechen, sondern entweder als echte Fette aufzufassen sind oder, wenn sie auch nach obiger Definition der Wachse sich in die Wachsgruppe einreihen lassen, doch von den im Bienenwachs, dem typischen Vertreter der Wachse, vorkommenden charakteristischen Alkoholen ganz verschiedene Alkohole und auch daneben häufig in nicht unbeträchtlicher Menge Harze, Kohlenwasserstoffe, Phytosterin, Glyzeride enthalten, so daß daher von einer scharf begrenzten Körpergruppe nicht gesprochen werden kann. Der Begriff »Pflanzenwachs« muß daher mehr als eine biologische Bezeichnung, als eine chemische Gruppenbenennung aufgefaßt werden (Czapek, Biochemie der Pflanzen I, p. 184). Dem Bienenwachs in seiner Zusammensetzung am nächsten steht das Carnaubawachs. Aus diesem Wachs hat man den Myricylalkohol (Melissylalkohol) $C_{30}H_{62}O$ abgeschieden, eine Substanz, die sich auch aus dem Myricin (Palmintinsäure-Myricyläther) $C_{15}H_{31} \cdot CO \cdot O \cdot C_{31} \cdot H_{61}$ gewinnen läßt und weiter hat man in demselben Wachs einen Körper aufgefunden, der isomer oder identisch mit der Cerotinsäure $C_{26}H_{32}O$ (sogenanntes Cerin des Bienenwachses) ist[3]). Dieselben Körper wurden auch in dem Palmenwachs nachgewiesen[4]). Myricylalkohol findet sich auch im Schellackwachs, und mit Cerylalkohol — neben anderen Verbindungen — im Flachswachs vor. Charakteristisch für das Pisangwachs ist der Pisangcerylalkohol $C_{13}H_{28}O$, für das Gondang-

1) Wiesner, Über die kristallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. Bot. Zeitg. 1876, p. 225 ff.

2) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 1.

3) Story-Maskelyne, Chem. Soc. Journ. **7**, p. 87. — Berichte der Deutsch. chem. Gesellsch. 1869, p. 44. — Stürcke, Liebigs Annalen **223**, p. 283.

4) Bonastre, Journ. de Pharm. **14**, p. 349. — Boussingault, Ann. de Chim. et de Phys. **29** (1903), p. 333.

wachs der Ficocerylalkohol $C_{17}H_{28}O$. In dem von Jumelle beschriebenen[1] von Haller[2] näher untersuchten Raphiawachs kommt ein Alkohol vor, der dem Arachisalkohol ähnlich, aber mit diesem nicht identisch ist. Als echte Fette sind das Myrica- und das Japanwachs anzusprechen; ersteres besteht der Hauptmasse nach aus dem Glyzerid der Palmitinsäure, letzteres enthält neben diesem noch das Glyzerid der Japansäure. Außer diesen Fettsäuren wurden in einigen Wachsen noch Ölsäure, Myristin- und Laurinsäure aufgefunden, welche teils als Glyzerid, teils frei auftreten. Einige Wachse enthalten größere oder kleinere Mengen von Harz, Kohlenwasserstoffe, färbende und Mineralbestandteile. Alle Wachse führen eine kleine Menge Wasser und verseifen sich schwer.

Nach den im vorigen Kapitel besprochenen Untersuchungen von Wiesner[3] sind die geformten Wachsüberzüge kristallinische Effloreszenzen bzw. kristallinisch gefügte Krusten von Glyzeriden, freien Fettsäuren, wachsartigen und noch anderen Substanzen.

Im Zuckerrohrwachs, dessen morphologischer Charakter zuerst von Wiesner erkannt wurde[4], kommt eine eigentümliche, in perlmutterglänzenden Schuppen kristallisierende, auf Papier kleine Fettflecke hinterlassende Substanz vor, welche bei 82° C schmilzt, in kaltem Alkohol und Äther unlöslich, in siedendem Alkohol löslich ist und ein spezifisches Gewicht von 0,961 besitzt. Dieser Körper wurde Cerosin genannt[5]. Von A. Wynberg wurde das Cerosin in größerer Menge aus den Filterkuchen des Zuckerrohres dargestellt und als ein dunkelfarbiges Rohwachs beschrieben, das durch Raffinieren in ein reines, helles Wachs umgewandelt werden kann und aus zwei verschiedenen Körpern besteht: einem leicht verseifbaren, wachs- oder fettähnlichen mit dem Schmelzpunkt 35—55° C und einem harten, nur teilweise verseifbaren mit dem Schmelzpunkt 60—90° C[6].

IV. Physikalische Charakteristik.

Die käuflichen Sorten des Pflanzenwachses bilden zusammengeschmolzene Massen von unregelmäßigen oder künstlich hervorgebrachten regelmäßigen Gestalten (Scheiben, Platten usw.). Obwohl die integrierenden Bestandteile aller Arten von vegetabilischem Wachs farblos sind, so ist

1) H. Jumelle, Compt. rend. **141** (1905), p. 1251.

2) A. Haller, Sur la cire du palmier *Raphia Ruffia* de Madagascar et sur l'alcool arachique. Compt. rend. **144** (1907), p. 594 ff.

3) Bot. Zeitg. 1876, p. 232.

4) Techn. Mikroskopie, p. 252.

5) Avequin, Ann. Chim. Phys. (2) **75**, p. 218. — Dumas, Ebenda (2) **75**, p. 222. — Lewy, Ebenda (3) **13**, p. 451.

6) Chem. Revue **17**, p. 36.

letzteres doch meistens mehr oder minder gefärbt. Das japanesische Wachs ist gelblich und überzieht sich an der Oberfläche bei längerer Aufbewahrung mit einem weißlichen Beschlage, nachdem die äußere Partie sich dunkler gelb bis braun färbte. Das Carnaubawachs ist graugrün, das Myricawachs blaßgrünlich bis lebhaft apfelgrün, das Raphiawachs braun, das Palmwachs graugelblich bis grauweiß von Farbe, das Candelillawachs ist chamotteziegelfarbig, das javanische Pflanzenwachs (Gondangwachs) aschgrau, das Balanophorenwachs graugelb, das Ocubawachs gelblichweiß, das Pisangwachs weiß, das Kuhbaumwachs gelblich durchscheinend. Die Härte ist variabel, bei einigen größer, bei anderen geringer als die des Bienenwachses. Es lassen sich indes alle mit dem Fingernagel ritzen. Die geringste Härte hat das Ocubawachs, die größte das Carnaubawachs. Bis auf die beiden letztgenannten haben alle Pflanzenwachse eine wachsartige Konsistenz und wachsartige Schneidbarkeit; nur dem Carnauba- und Raphiawachs kommt eine fast harzartige Sprödigkeit und muscheliger Bruch zu. Das Myricawachs hat fast genau die Dichte von 1, die übrigen zeigen etwas geringere Dichte (0,94—0,99). Die Schmelzpunkte sind jedoch bei verschiedenen Arten sehr auffällig verschieden. Die weichen Arten, z. B. das japanesische, Ocuba- und das Myricawachs, haben einen zwischen 40 und 50° C liegenden Schmelzpunkt. Die harten Sorten, z. B. das Carnaubawachs, das Raphiawachs, das Wachs der Balanophoren schmelzen erst bei höheren Temperaturen als das Bienenwachs. Die Lösungsmittel der Fette lösen sämtliche Arten von vegetabilischem Wachs mehr oder weniger auf. Sehr schwer löslich in der Kälte ist das Raphiawachs. Von siedendem Alkohol werden alle Wachse aufgenommen und fallen beim Erkalten zum größten Teil aus der Lösung heraus. Alle Arten von Pflanzenwachs sind nahezu oder gänzlich geruch- und geschmacklos.

V. Mikroskopische Charakteristik.

Keine Sorte von vegetabilischem Wachs bildet, mikroskropisch betrachet, eine homogene Substanz: alle zeigen ein körniges bis strahliges Gefüge, indem ein dichtes Haufwerk von Körnchen oder überaus feinen Stäbchen oder Blättchen, mitunter auch radial angeordnete, nur mit starken Vergrößerungen erkennbare Fäserchen diese Körper konstituieren. Untersucht man die stäbchenförmigen Gebilde mit starken Vergrößerungen, so findet man auch an ihnen jenen Bau häufig vor, der die natürlichen Wachsstäbchen auszeichnet. Je deutlicher die Stäbchen ausgebildet sind, desto besser erkennt man an ihnen einen geschichteten, aus mehreren verschiedenen, lichtbrechenden Substanzen bestehenden Bau. An den körnigen Formen ist von diesem Schichtenbau nichts mehr zu erkennen,

wohl aber kann man deutlich an jedem einzelnen Blättchen optisch gut differenzierte Partien wahrnehmen.

Im Polarisationsmikroskop erscheinen die strahlig gebauten Arten des vegetabilischen Wachses ausgezeichnet doppeltbrechend; die körnigen und blättrig gefügten Arten zeigen die Doppelbrechung minder deutlich, aber noch immer erkennbar. Die Doppelbrechung kann ihren Grund darin haben, daß entweder die Substanz des Wachses an sich anisotrop ist oder infolge von Spannungsunterschieden das Phänomen der Doppelbrechung darbietet. Durch die Untersuchungen von Wiesner ist erwiesen, daß bei den geformten Wachsüberzügen die kristallinische Beschaffenheit der Substanz die Ursache der Doppelbrechung[1]) und daß gar kein Grund vorhanden ist, die geformten Wachsüberzüge, wie de Bary (l. c., p. 130) meinte, den organisierten Bildungen beizuzählen.

Zwischen der eigentlichen Substanz des vegetabilischen Wachses befinden sich fast immer kleine Luftbläschen (in manchen Sorten des Carnaubawachses in großer Zahl), in den unreinen Sorten auch Gewebsbestandteile der Stammpflanzen, namentlich Anteile des Hautgewebes (Oberhautzellen, Drüsen, Haare usw.).

VI. Die Arten des vegetabilischen Wachses.

1. Carnaubawachs.

Dieser seit dem Jahre 1845 im europäischen Handel vorkommende, auch unter dem Namen Cearawachs bekannte Rohstoff stammt von der Carnaubapalme *(Copernicia cerifera Mart.)*, einer herrlichen Fächerpalme, welche nach Martius[2]) auf feuchtgründigem Boden der brasilianischen Provinzen Pernambuco, Riogrande und Ceará vorkommt. Der genannte Forscher gibt an, daß das Wachs dieser Palme von jungen Blättern herrühre. Nach Semler[3]) werden die jungen, an der Unterseite klar gelb gefärbten Blätter in jenem Entwicklungsstadium, in welchem sie sich fächerförmig ausbreiten, zur Wachsgewinnung genommen. Nach einer anderen Angabe[4]) entfernt man zu diesem Zwecke vorzugsweise die ältesten Blätter, läßt aber, um das Absterben des Baumes zu verhüten, immer noch einige in der Krone stehen. Die von Wiesner bei der Pariser Weltausstellung (1867) gesehenen, der Wachsgewinnung dienenden Carnaubablätter hatten eine Länge von etwa 1 m.

1) Wiesner, Bot. Zeitung. 1876, p. 229.
2) Reise in Brasilien **2,** p. 753.
3) Tropische Agrikultur. 2. Aufl., **1** (1897), p. 733.
4) Chemische Revue **12,** p. 56.

Das Wachs überzieht, wie Wiesner gefunden hat[1]), sowohl die obere als untere Blattseite der genannten Palme in Form einer für das freie Auge völlig gleichartigen Decke. Auf der oberen Blattseite ist die Wachsschicht stärker entwickelt. Von dieser Blattseite löst sich das Wachs in Form dünner, bis 5 mm langer Schüppchen ab. An der Unterseite ist nicht nur die Wachsschicht weniger dick, sie liegt hier auch so dicht an, daß sie nur durch Abschaben gewonnen werden könnte. Die Wachsschüppchen zeigen sehr interessante Formverhältnisse, nämlich an der Unterseite einen sehr genauen Abdruck der Skulptur der Oberhaut. Die Schüppchen lassen den Abdruck der Oberhaut und der Spaltöffnungszellen, besonders der letzteren, sehr gut erkennen und zeigen deutlich, daß alle der oberen Oberhaut des Carnaubapalmenblattes angehörigen Zellen an der Wachsausscheidung Anteil nehmen. Die Schüppchen setzen sich ganz und gar aus mikroskopischen, teils zylindrischen, teils prismatischen Stäbchen zusammen, die auf der Blattfläche senkrecht stehen.

Die Gewinnung des Carnaubawachses erfolgt in den trockenen Monaten monatlich zweimal[2]). Die vorsichtig abgeschnittenen Blätter werden an Ort und Stelle an der Sonne getrocknet, indem sie in langen Streifen, mit der unteren Fläche nach aufwärts, auf den Boden gelegt werden. Nach 4—5 Tagen werden sie auf einen Haufen getragen und Blatt für Blatt mit einem Stocke so lange geklopft, mitunter auch abgebürstet, bis sie vollständig wachsfrei geworden sind. Ein vorheriges Zerteilen der Blätter beschleunigt diese Arbeit. Das abgefallene und auf Tüchern aufgefangene Wachs bildet ein grauweißes Pulver, das nun entweder über freiem Feuer zusammengeschmolzen oder, was häufiger der Fall ist, mit wenig Wasser in einem eisernen Topfe gekocht wird. Nach einer anderen Methode werden die Blätter direkt in heißes Wasser getaucht und das auf der Oberfläche sich abscheidende Wachs gesammelt[3]). Im flüssigen Zustande wird das Wachs in tönerne Formen gegossen und daselbst zu Kuchen von beiläufig 2 kg erstarren gelassen. Ein guter Arbeiter kann täglich 1500 Blätter abschneiden. Die Höhe der Ausbeute ist nach der individuellen Beschaffenheit des Baumes, nach der Bodenart und der Temperatur der Jahreszeit verschieden. Im allgemeinen sind 2000—5000 Blätter erforderlich, um 15 kg Wachs zu erhalten[4]). Die wachsfreien Blätter geben ein gutes Fasermaterial zur Erzeugung von Hüten, Matten, Tauen ab. Die grünen Blätter werden als Viehfutter verwendet, die Früchte des Carnaubabaumes von der

1) Bot. Zeitung. 1871, p. 769 ff.
2) Pflanzer. 1907, Bd. 3, p. 191.
3) Jahresber. d. Pharmazie. 1894, p. 137.
4) »Pharmaceutische Weekblad«, Tropenpflanzer 8 (1904), p. 521.

ärmeren Landbevölkerung gegessen. Besonders wertvoll ist auch das Holz dieser Palme, das gegen Seewasser sehr widerstandsfähig ist, von Bohrwürmern nicht angegriffen wird und deshalb in Brasilien für verschiedene Wasserbauten vielfach Anwendung findet[1]).

Das nach dem oben beschriebenen Verfahren gewonnene rohe Carnaubawachs wird gewöhnlich in Kisten von 90 kg verpackt und nach Europa (London, Hamburg) verschifft, wo es raffiniert und gebleicht wird. In neuerer Zeit wird das Wachs auch gereinigt aus Brasilien nach den europäischen Handelsplätzen verschickt. Dem rohen Wachs werden nicht selten vor der Reinigung größere Mengen von Paraffin zugesetzt, weshalb das gebleichte und raffinierte Wachs mitunter nicht rein ist[2]). In jüngster Zeit kommt auch Carnaubawachs in den Handel, das mit anderen vegetabilischen Wachsen, so insbesondere mit dem unten beschriebenen Candelillawachs gemengt ist. — Die Jahresproduktion von Carnaubawachs hat in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Im Jahre 1876 wurden 2000 t Wachs aus Brasilien nach Europa exportiert, im Jahre 1908 betrug der Export bereits 2592 t und 1909 3042 t[3]).

Das rohe Carnaubawachs ist schmutzig gelblichgrün, auch bräunlich oder grau gefärbt und von kleinen Blasenräumen durchzogen. Dem freien Auge erscheint es bis auf die blasigen Stellen dicht; mit der Lupe erkennt man aber, daß es durch und durch von kleinen Luftbläschen durchsetzt wird. Es bildet Klumpen oder Kuchen, die an der Außenfläche dunkler gefärbt und mit einem weißen Anfluge versehen sind, der aus kristallisierter Substanz besteht.

Diese Wachssorte ist hart, spröde, geschmacklos, im frischen Zustande etwas nach Cumarin riechend[4]), später wird sie geruchlos. Im Mikroskop gesehen, zeigt sie viel deutlicher die Zusammensetzung aus Stäbchen als das gereinigte Wachs. Stellenweise hat sie ein radialfaseriges Gefüge. Im Polarisationsmikroskop erscheint sie deutlich anisotrop; an vielen Stellen treten die prismatischen Farben mit großer Schärfe hervor. Manche Partien dieser Wachssorte sind tief bräunlich gefärbt. Gewebsreste sind nicht selten darin, besonders Oberhautstücke. Erhitzt gibt das rohe Wachs eine grünlichbraune Schmelze, welche einen eben nicht unangenehmen Geruch ausstößt und in der zahlreiche braune Flöckchen herumschwimmen. Nach Wiesner[5]) haben diese Flöckchen

1) »Monatsschrift des Deutsch-Brasilischen Vereins«. Tropenpflanzer **6** (1902), p. 257.

2) Hefter, Technologie der Fette und Öle **2** (1908), p. 838.

3) Tropenpflanzer **14**, p. 107 und 665.

4) Schaedler, l. c., p. 883.

5) Rohstoffe. 1. Aufl., p. 226.

eine körnige Textur, tiefbraune Farbe und schmelzen erst bei viel höherer Temperatur als das Wachs; in Alkohol sind sie nur sehr schwer löslich.

Das reine Carnaubawachs hat eine blaß grünlichgelbe, auch weiße Farbe, ein dichtes Gefüge, ist hart, spröde, geruch- und geschmacklos. Luftbläschen sind darin nur mikroskopisch nachweisbar. Eine zur mikroskopischen Untersuchung vorgelegene Probe reinen, weißgefärbten Carnaubawachses zeigte durchweg radialfaserige Struktur; die Fasern waren sehr scharf konturiert und zu sphäritischen Massen vereinigt. Gewebsreste wurden darin nicht aufgefunden. Es bildet beim Erhitzen eine klare, schwach aromatisch riechende Schmelze.

Die Dichte des Carnaubawachses beträgt bei 15° C. nach Story-Maskelyne[1] 0,999, nach Marpmann 0,990. Der Schmelzpunkt wird verschieden angegeben. Nach Story-Maskelyne schmilzt dieses Wachs bei 84° C, nach anderen Beobachtern erst bei 91° C[2]). Wiesner gibt den Schmelzpunkt des ungereinigten Wachses mit 84,4° C, den Erstarrungspunkt mit 80,9° C, den Schmelzpunkt des gereinigten Wachses mit 83,6° C, den Erstarrungspunkt mit 81° C an[3]). — In kaltem Alkohol ist das Carnaubawachs nur wenig löslich; in siedendem Alkohol und Äther löst es sich vollständig. Die konzentrierten Lösungen erstarren beim Erkalten unter Ausscheidung einer weißen, kristallisierbaren, bei 105° C schmelzenden Masse (Schaedler).

Nach Lewy[4]) enthält das gereinigte Wachs 80,33 Proz. Kohlenstoff, 13,07 Proz. Wasserstoff und 6,60 Proz. Sauerstoff. Es besteht vornehmlich aus Cerotinsäure-Myricyläther, etwas freier Cerotinsäure und Myricylalkohol, welcher dem Wachs durch kalten Alkohol entzogen werden kann[5]). Außer den genannten Körpern wurden von Stürcke[6]) im Carnaubawachs noch gefunden: ein bei 59° C schmelzender Kohlenwasserstoff, ein Alkohol $C_{27}H_{56}O$, ein zweiwertiger Alkohol $C_{25}H_{52}O_2$, die Carnaubasäure $C_{24}G_{48}O_2$ (isomer der Lignocerinsäure) und eine Oxysäure $C_{21}H_{42}O_3$, bzw. ihr Lakton. Nach Story-Maskelyne beträgt die Aschenmenge dieses Wachses 0,14 Proz. Das von Wiesner untersuchte ungereinigte Wachs gab 0,83, das gereinigte nur 0,51 Proz. Asche. Die von Maskelyne untersuchte Asche enthielt hauptsächlich Kieselsäure, Eisenoxyd und Chlornatrium.

Nach Brande[7]) färbt sich das Wachs durch halbstündiges Kochen mit Kalilauge rötlich; es läßt sich mit alkoholischer Kalilauge schwer

1) Berichte der Deutsch. chem. Gesellsch. 1869, p. 44.
2) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 1045.
3) Rohstoffe. 1. Aufl., p. 226.
4) Ann. de Chim. et de Phys. **13,** p. 449.
5) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 1046.
6) Liebigs Annalen **223,** p. 283.
7) Gilberts Annalen **44,** p. 287.

und nur teilweise verseifen. Werden 5 Proz. Carnaubawachs mit Stearinsäure, Ceresin oder Paraffin gemischt, so erhöht sich dadurch der Schmelzpunkt der genannten Substanzen bedeutend; auch werden die Mischungen glänzender und fester[1]). — Nach Lewy gibt Carnaubawachs bei der trockenen Destillation ein paraffinartiges Produkt mit einem Gehalt von 85,24 Proz. Kohlenstoff und 14,93 Proz. Wasserstoff[2]).

Das Carnaubawachs wird in Brasilien zur Kerzenbereitung, in der europäischen Industrie zur Herstellung von Wachsfirnissen (Fußbodenlack), von Putzseifen für Lederwaren, von Phonographen- und Grammophonwalzen verwendet; anderweitig wird es als Substitut des Bienenwachses, ferner zum Glänzendmachen des Sohlleders (Schuhmacherwachs) in Anwendung gebracht. Nach Gintl[3]) ist Carnaubawachs als wichtiger Zusatz ein vorzüglicher Rohstoff für die Siegellackfabrikation; endlich steht es auch im Gebrauche bei der Fabrikation farbigen Wachspapiers, von Wachsstoffen und den sogenannten »schwedischen« Streichhölzern.

2. Palmwachs.

Das Palmwachs wird von den gefällten Stämmen der auf den Anden Südamerikas (Kolumbia, Ekuador, Neugranada) in einer Höhe von 2000 bis 3000 m vorkommenden Wachspalme, *Ceroxylon andicola Humb. et Bonpl.*, welche es in Form von Krusten überdeckt, abgeschabt, durch Zusammenschmelzen über freiem Feuer in eine kompakte Masse verwandelt und durch Umschmelzen gereinigt. Auch durch Auskochen der Rinde in Wasser soll es erhalten werden. Die Wachskrusten sind häufig von einer darauf wachsenden kleinen Flechte rötlich gefärbt und erreichen eine Dicke von 0,3—0,5 mm. Jeder Baum gibt nach Purdie etwa 12,5 kg Wachs[4]).

Im Handel erscheint dieses Wachs entweder in unförmlichen Klumpen oder in Form von Kugeln (Cera di palma). — Es stimmt in Härte und Sprödigkeit mit dem Carnaubawachs überein und hat muscheligen Bruch. Das rohe und gereinigte Wachs hat ein spezifisches Gewicht bei 15° C von 0,992—0,995 (Schaedler), wird durch die Handwärme weich, schmilzt aber erst bei 102—105° C. Es ist ein Gemenge von Harz und wachsartigen Körpern, welche sich aus der heißen alkoholischen Lösung als weiße, etwas kristallinische Gallerte ausscheiden und durch wiederholtes Waschen und Umkristallisieren aus viel heißem

1) Valenta, Zeitschr. f. analyt. Chem. **23**, p. 257.

2) l. c. **5**, p. 395.

3) Offiz. österr. Ausstell.-Bericht 1873, Gp. 3, Sekt. 7. Wien 1874, p. 74.

4) Seemann, Die Palmen, p. 97. — Nach Moritz (Reise nach Cumana, Bot. Zeitg., 1844, p. 433) hat es den Anschein, als würde auch von der Unterseite der Blätter von *Ceroxylon andicola* Wachs zu gewinnen sein.

Alkohol vom Harz gereinigt werden können. Dieses reine Wachs ist weißgelb, dem Bienenwachs ähnlich und schmilzt bei 72° C zu einer wenig gefärbten Masse[1]). Unter den wachsartigen Körpern dieses Wachses kommen Cerin und Myricin (Palmsäure-Myricyläther) vor[2]).

Das Palmwachs wird in den Heimatländern, nach Seemann, mit Talg gemengt, zur Kerzenbereitung, bei uns wie Carnaubawachs verwendet, kommt aber, wie es scheint, nur selten im europäischen Handel vor. Die Handelsprodukte, welche Wiesner unter dem Namen Palmwachs zu Gesicht kamen, waren durchweg Carnaubawachs.

3. Raphiawachs.

Die Eingeborenen Madagaskars bereiten aus den bei der Fasergewinnung (Raphiabast) sich ergebenden Blattresten der dort einheimischen Palmenart: *Raphia Ruffia Mart. (R. pedunculata P. B.)* eine wachsartige Substanz, welche von Perrier de la Bathie in größerer Menge dargestellt, von dem französischen Kolonialbotaniker H. Jumelle unter dem Namen »Raphiawachs, Cire de Raphia« beschrieben[3]) und von A. Haller genauer chemisch untersucht wurde[4]). Die Gewinnung dieses Wachses geschieht auf Madagaskar derart, daß die trockenen Blätter, von denen der Bast bereits entfernt worden ist, auf Matten geklopft werden, das herabgefallene Wachs in Wasser gekocht und dann in Kuchenform gebracht wird[5]).

Jumelle beschreibt das Raphiawachs als trockene, wenig glänzende, sich fettig anfühlende, spröde, leicht pulverisierbare Substanz von bald gelber, bald brauner Farbe. Die mir von Prof. Jumelle freundlichst zur Verfügung gestellte Probe dieses Wachses zeigt an seiner glatten Oberseite eine tief dunkelbraune Färbung; das dichte Innere ist, wie man an den Bruchflächen sieht, hellbraun gefärbt bis auf eine auf den Boden des Kuchens beschränkte, 4—6 mm hohe, graue Zone, welche schon makroskopisch deutlich porös ist. Mikroskopisch untersucht, erwies sich die ganze, von zahlreichen, sehr kleinen, mit Luft erfüllten Blasenräumen durchsetzte Substanz zusammengesetzt aus mehr oder weniger kantigen Blättchen, welche zum Teil homogen erscheinen, zum Teil aus Stäbchen oder Fasern aufgebaut sind, mitunter auch radial-

1) Schaedler, l. c., p. 886. — Bonastre, Journ. de Pharm. **14,** p. 349. — Boussingault, Ann. de Chim. et de Phys. **29,** p. 333.

2) Schaedler, l. c., p. 886.

3) H. Jumelle, Le *Raphia Ruffia*, palmier à cire. Compt. rend. **141** (1895), p. 1251—1252.

4) A. Haller, Sur la cire du palmier *Raphia Ruffia* de Madagascar et sur l'alcool arachique. Compt. rend. **144** (1907), p. 594—598.

5) Oil, Paint and Drug. Rep. **70,** Nr. 13.

faserige Aggregate darstellen. Die Blättchen hellen das dunkle Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops deutlich auf[1]).

Das Wachs ist unlöslich in allen kalten Fettlösungsmitteln, zu 90 Proz. löslich in siedendem Alkohol und nahezu vollständig löslich in heißem Benzin. Aus der heißen, alkoholischen Lösung fällt es beim Erkalten als weiße, gallertige Masse heraus, die beim Trocknen wieder zerreiblich wird und ihre weiße Farbe behält; wird das Wachs jedoch zum Schmelzen gebracht, so nimmt es die ursprüngliche braune Färbung des Rohwachses an, die bei wiederholtem Schmelzen in eine tief kastanienbraune übergeht.

Die Dichte beträgt 0,0950, der Schmelzpunkt 82° C. Der Flamme genähert schmilzt das Wachs, brennt aber nicht. Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure greifen das Wachs nicht an (Jumelle, l. c., p. 1252).

Unter 10 mm destilliert das Raphiawachs zwischen 280 und 300° C über und gibt ein rosagefärbtes Destillationsprodukt, das, sowie das Rohwachs und der in heißem Alkohol lösliche Anteil der Formel $C_{20}H_{42}O$ entspricht. Ähnliche Wachse wurden von Etard aus den Blättern verschiedener Gramineen und des Luzernerklees *(Medicago sativa)* dargestellt[2]). Dem chemischen Verhalten nach besteht das Raphiawachs nach Haller (l. c., p. 598) hauptsächlich aus einem Alkohol $C_{20}H_{42}O$ (oder vielleicht aus einem Gemenge von Alkoholen, deren mittlere Zusammensetzung der Formel $C_{20}H_{42}O$ entspricht), der dem Arachisalkohol ähnlich, aber mit diesem nicht identisch ist. Ein ganz anderes Ergebnis weisen Descudés Untersuchungen auf. Auf Grund der Interpretation seiner Beobachtungen gelangt Descudé zu der Annahme, daß das Raphiawachs Ceryl- und Mellissylalkohol, teils frei, teils verestert, dann Palmitinsäure enthält, mithin in seiner Zusammensetzung dem Bienenwachs, Carnauba- und Japanwachs sich nähert[3]).

4. Candelillawachs.

Dieses erst seit neuerer Zeit (1909) bekannt gewordene Wachs stammt von der in den meisten mexikanischen Staaten häufig vorkommenden »Candelillapflanze«, *Pedilanthus Paronis Boiss.*, einer strauchartigen Euphorbiacee. Der einheimische Name »Candelilla« wurde

1) Behufs mikroskopischer Untersuchung wurden die Präparate teils in Olivenöl direkt, teils vorher mit Benzol behandelt und dann erst in Olivenöl eingelegt, wobei die Struktur der Blättchen deutlicher hervortritt.

2) Etard, La Biochimie et les chlorophylles, p. 156—158; nach Compt. rend. **114**, p. 364.

3) Descudé, Sur une nouvelle cire végétale. Le Caoutchouc et la Guttapercha. 1907, p. 898. — Jumelle, Les Ressources Agricoles et Forestières des Colonies Françaises, 1907, p. 208—210.

der Pflanze deshalb gegeben, weil ihr Produkt bei der Kerzenfabrikation Verwendung findet. Das Wachs überzieht sämtliche oberirdische Teile des Strauches und wird durch Auskochen in Wasser der ganzen oder in Stücke geschnittenen Pflanzenteile gewonnen; im letzteren Falle werden die Stückchen in ein Drahtgeflecht eingewickelt. Das geschmolzene Wachs wird von der Oberfläche des Wassers abgeschöpft. Nach Angaben von Alcocer werden die das Wachs tragenden Pflanzenteile auch direkt mit Dampf behandelt und das Wachs vom Kondenswasser getrennt[1]). Die Reinigung des Wachses findet durch Umschmelzen und Filtrieren durch Tierkohle oder Eisenfeilspäne statt. Das Wachs ist dann, nach Alcocer (l. c.) grünlichgelb bis schokoladebraun. Eine mir vorgelegene Probe dieses Wachses hatte chamotteziegelartige, gelbliche, eine andere kastanienbraune Färbung. Das Candelillawachs ist härter und spröder als Bienenwachs und zeichnet sich durch seinen hohen Schmelzpunkt 67—80° C aus. Das spezifische Gewicht wird mit 0,9473 bis 0,9930 angegeben[2]). Das Wachs löst sich in Terpentinöl, Chloroform, heißem Äther und Benzin auf[3]). Unterm Mikroskop erscheint das Candelillawachs, nach Behandlung mit Benzol und nachherigem Einlegen in Olivenöl, als ein Haufwerk von dünnen, meist etwas gekrümmten Stäbchen, die das dunkle Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops intensiv aufhellen. Das Wachs zeigt unter allen von mir untersuchten vegetabilischen Wachsen die Stäbchenstruktur am deutlichsten. Es besteht nach H. Meyer und W. Soyka aus 18—20 Proz. Harz, 74—76 Proz. normalen Dotriacontans und 5—6 Proz. eines Oxylaktons, das mit Lanocerinsäurelakton identisch oder isomer ist[4]).

Das Candelillawachs wird in Mexiko in der Kerzenfabrikation verwendet, es liefert Kerzen bester Qualität. Es wird zur Herstellung von Firnissen und Lacken benutzt und soll vorzüglich zur Isolation von elektrischen Leitungen geeignet sein. Das Wachs läßt sich gut bleichen und nimmt dann eine ziemlich helle Farbe an.

5. Myricawachs.

Dieses von den Früchten mehrerer *Myrica*-Arten gewonnene Pflanzenwachs führt im Handel auch den Namen Myrtle- oder Myrthenwachs, Kapbeerenwachs.

Das Myricawachs wird in Nordamerika aus *Myrica cerifera L.* und *M. carolinensis Willd.*, in Südamerika, namentlich Neugranada

1) Chem. Revue **19,** p. 138.

2) Olsson Seffer, Chem. Zeitg. Rep. 1910, p. 567. — Niederstaedt, Chem. Zeitg. 1911, Nr. 117.

3) Tropenpflanzer **15,** p. 335.

4) Sitzungsanzeiger der mathem.-naturw. Klasse d. K. Akademie d. Wissensch. Wien vom 24. April 1913, p. 113.

und Venezuela aus *M. arguta Kunth.* und *M. caracasana Humb., Bonpl. et K.*[1]), in Südafrika (Kap) aus *M. quercifolia L., M. cordifolia L., M. laciniata Willd.* und *M. serrata Lam.* und in Abessinien aus *M. æthiopica L.* dargestellt[2]).

Die harte braune Schale der höchstens erbsengroßen Myricafrucht ist mit einer beiläufig 0,1—0,3 mm dicken schneeweißen Wachskruste überzogen, welche von braunen oder schwarzen Pünktchen, nämlich von drüsenförmigen Anhängen der Fruchthaut durchsetzt wird. Diese Gebilde gehen, wenigstens teilweise, in das künstlich dargestellte Wachs über, fehlen weder in der kapensischen noch in der amerikanischen Handelsware. Im Mikroskop erscheinen die erwähnten drüsenförmigen Anhänge undurchsichtig, sie werden erst durch länger andauerndes Kochen in Kalilauge durchscheinend und lassen dann den inneren Bau erkennen. Ihre Gestalt ist entweder tonnenförmig, an der freien Fläche halbkugelförmig abgegrenzt, oder kugelförmig, mit ganz kurzer Basis der Fruchthaut aufsitzend. Sie erreichen eine Höhe von etwa 0,5 mm und einen Durchmesser von 0,3 bis 0,5 mm. Die Drüsen sind Ausstülpungen der äußeren Fruchthaut, von einer kleinzelligen Epidermis umkleidet, deren Elemente die Gestalt kurzer, zur Oberfläche senkrecht stehender Prismen mit leicht gewölbter Außenfläche haben. Bei *Myrica cerifera* sind die Epidermiszellen eines oberen, kurzen Segmentes der Drüsen dünnwandig, in den übrigen Teilen dickwandig, bei *M. caracasana* durchweg dünnwandig. Bei beiden Arten entwickeln sich einzelne Epidermiszellen, ob dick- oder dünnwandig, zu ziemlich langen, in einer Spitze endigenden, steifen, dickwandigen Haaren, deren Lumen

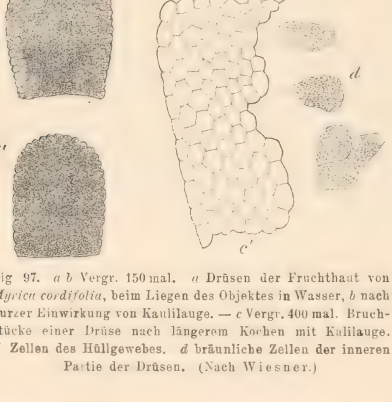


Fig. 97. *a b* Vergr. 150 mal. *a* Drüsen der Fruchthaut von *Myrica cordifolia*, beim Liegen des Objektes in Wasser, *b* nach kurzer Einwirkung von Kalilauge. — *c* Vergr. 400 mal. Bruchstücke einer Drüse nach längerem Kochen mit Kalilauge. *c'* Zellen des Hüllgewebes. *d* bräunliche Zellen der inneren Partie der Drüsen. (Nach Wiesner.)

1) *M. caracasana* soll nur eine Varietät von *M. arguta* sein. S. Ernst, Die Produkte Venezuelas. Bremen 1874, p. 57.

2) S. Thunberg, Reisen **1**, p. 153 und Fl. Cap., p. 159. — Böhmer, l. c. **1**, p. 678. — Rafinisque, Flora of the State de Louisiana, p. 116. — Pappe, l. c. — Schaedler, l. c., p. 878.

gleich den das Innere der Drüsen erfüllenden Parenchymzellen einen braun gefärbten, in kochenden Alkalien und heißem Alkohol schwer löslichen Inhalt führen. Diese Fruchthautdrüsen enthalten in ihrem Innern nicht selten Gefäßbündel, sind daher als sogenannte Emergenzen aufzufassen[1]). An den Drüsen ist die Wachsschicht stärker entwickelt als an der übrigen, stets dickwandigen Epidermis der Fruchthaut, mitunter erreicht sie hier eine solche Stärke, daß nur die Spitzen der borstenförmigen Haare aus ihr hervorragen.

Die Wachsdecke der Myricabeeren bildet keine zusammenhängende Kruste, sondern läßt sich nur in Form eines Pulvers von den Steinschalen ablösen. — Die natürliche Wachsschicht der Myricabeeren besteht aus einem Haufwerk von Körnchen, Nadeln und Blättchen, welche im Polarisationsmikroskop doppeltbrechend erscheinen.

Die Gewinnung des Wachses ist allerorts eine sehr einfache. Die Beeren werden in Wasser gekocht, sinken unter, das Wachs schmilzt an der Oberfläche der Flüssigkeit zu einer fettigen Masse zusammen, welche abgeschöpft, in flache Schüsseln gegossen und durch mehrmaliges Umschmelzen gereinigt wird.

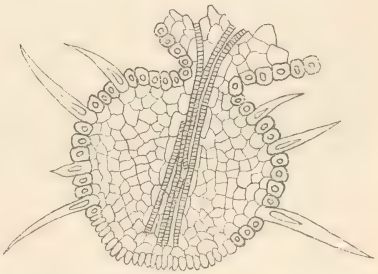


Fig. 98. Vergr. 450 mal. Drüsen der Fruchthaut von *Myrica cerifera* nach Behandlung mit kochender Kalilauge.

Ein Strauch gibt 10—15 kg Beeren, die 14—25 Proz. Wachs liefern.

Die Farbe des Myricawachses ist stets grünlich. Einige von Wiesner untersuchte nordamerikanische Sorten haben eine lebhaft apfelgrüne Farbe. Nach mehrjährigem Liegen an der Luft und am Lichte haben die äußeren Partien dieser Sorten an lebhaftem Grün eingebüßt, werden graugelblich, aber schon einige Millimeter unter der Oberfläche bleibt ihre Färbung unverändert. Nach John[2]) soll die grüne Farbe des Myricawachses von Chlorophyll herrühren. Nach Wiesners Untersuchungen scheint dies auch tatsächlich der Fall zu sein. Wenn man lebhaft grünes Myricawachs rasch in warmem Alkohol löst, die erkaltete Lösung von dem ausgeschiedenen Wachs abfiltriert und durch die grüne Flüssigkeit einen Lichtkegel durchleitet, so erscheint dieser deutlich rötlich gefärbt[3]). Die grüne Lösung des Myricawachses fluoresziert mithin in der Farbe einer

1) de Bary, Bot. Zeitg. 1871, p. 165.
2) Chem. Schriften **4**, p. 38.
3) Wiesner, Rohstoffe. 1. Aufl., p. 229.

Chlorophyllösung, und zwar wahrscheinlich mit derselben Intensität, indem eine in der Farbensättigung mit der grünen Wachslösung übereinstimmende Chlorophyllsolution anscheinend gleich stark rot gefärbte Lichtkegel durchläßt. Das Chlorophyll, wenn solches wirklich im Myricawachs enthalten ist, dürfte aus dem Parenchym der Fruchthaut, das selbst zur Zeit der völligen Reife der Beeren (von *Myrica cordifolia*) noch viel unverändertes Blattgrün führt, in das Wachs gelangen.

Ältere Klumpen des Myricawachses sind mit einem dünnen, aber dichten Überzuge von weißlicher bis bräunlicher Farbe überkleidet. Frische Bruchflächen des Wachses werden an der Luft alsbald von einem weißen, nicht zusammenhängenden, wie es scheint, kristallinischen Hauche überdeckt. Die Härte dieses Wachses ist größer als die des Bienenwachses, geringer als die des Palm- und Carnaubawachses. In der Tenazität kommt es dem Bienenwachs nahe. Es ist geschmacklos, von schwach balsamischem Geruche, aber dabei für die Hottentotten so anziehend, daß sie das Wachs wie Käse essen[1]). Erwärmt bildet es eine klare, mit zahllosen kleinen bräunlichen Pünktchen vermischte Substanz von rosmarinähnlichem Geruche. Die Pünktchen sind entweder völlig wohlerhaltene Drüsen, oder, und zwar häufiger, Fragmente derselben. Die Morphologie der Drüsen könnte wohl Anhaltspunkte zur Feststellung der *Myrica*-Spezies, von welcher das Wachs abstammt, liefern. Beim Umschmelzen fallen die braunen Körperchen nieder. Durch wiederholtes Umschmelzen gelingt es, das Myricawachs von diesen Beimengungen völlig zu befreien. Wiesner hat allerdings kein Myricawachs zur Hand bekommen, welches nicht wenigstens Spuren dieser Drüsen enthalten hätte.

Dichte und Schmelzpunkt des Myricawachses werden verschieden angegeben. Der Grund hierfür mag wohl in der verschiedenen Abstammung, vielleicht auch in der Bereitungsweise liegen. Die Dichte ist bei 15° C nach John gleich 1, nach Moore[2]) 1,005, nach Bostock[3]) 1,015, nach Allen[4]) 0,875, nach Smith und Wade[5]) 0,878 (bei mit Petroläther extrahiertem Wachs). Nach John schmilzt das Wachs bei 42,5° C, nach Bostock bei 43° C, nach Moore bei 47—49° C. Smith und Wade geben an, daß der Schmelzpunkt des Wachses sich auch mit dem Alter der Probe ändert und zwar, wie es bei vielen Fetten der Fall ist, sich erhöht. Erstarrungspunkt des Wachses nach Allen 39,5—43° C, nach Smith und Wade 45° C.

1) Schaedler, l. c. **1,** p. 878.
2) Silliman, Amer. Journ. (2), p. 33. — Chem. Zentralbl. 1862.
3) Nichols, Journ. of nat. Philos. 4.
4) Benedikt und Ulzer, l. c., p. 843.
5) The Journ. of the Amer. Chem. Soc. 1903, p. 629. — Chem. Revue **10,** p. 240.

Das Myricawachs besteht der Hauptmasse nach aus Palmitin, und daneben aus geringen Mengen von Myristin und Laurin, freien Säuren, ist mithin seiner Zusammensetzung nach als echtes Fett anzusehen. Die Aschenmenge beträgt 0,17—0,20 Proz.

In kaltem Alkohol und Äther löst es sich nur wenig: in 20 Teilen heißen Alkohols ist es mit Zurücklassung von Palmitin löslich; beim Erkalten scheiden sich aber $^4/_5$ wieder aus. 4 Teile kochenden Äthers lösen 1 Teil Wachs. Kaltes Terpentinöl erweicht das Wachs nur, in heißem Terpentinöl lösen sich bei 6 Proz.; fette Öle lösen es leichter[1]). Mit Alkalien ist es leicht verseifbar[2]).

Das Myricawachs wird wie Bienenwachs verwendet. Da es jedoch eine geringere Dehnsamkeit und Knetbarkeit als dieses besitzt, steht es für plastische Arbeiten gegen das echte Wachs zurück. Es wird auch mit diesem gemengt verarbeitet. In Amerika dient es mit Vorliebe zur Anfertigung von Kerzen, da diese nach dem Auslöschen einen angenehmen Geruch verbreiten (Schaedler, l. c.). Besser eignet es sich zur Seifenfabrikation; es liefert eine harte, weiße Seife. In England ist in den letzten Jahren das aus dem Kaplande stammende Myricawachs sehr gesucht zur Fabrikation von Grammophonplatten und ähnlichen Erzeugnissen, weshalb der Preis dieses Rohstoffes bedeutend gestiegen ist (Tropenpflanzer XIV, p. 320).

6. Japanesisches Wachs.

Dieses Wachs wird aus den Früchten mehrerer *Rhus*-Arten, in Japan und China einheimischer, daselbst auch kultivierter Bäume, gewonnen. Die wichtigsten wachsliefernden Arten sind: *Rhus succedanea L.* (Wachsbaum, Wachssumach), *Rhus vernicifera DC.* (Firnissumach, Lackbaum), *Rhus silvestris Sieb. et Zucc.* (Waldsumach). Das Wachs tritt in den Grundgewebszellen der mittleren Fruchthaut (Mesokarp) auf und bildet dort auf der Innenfläche der Membran eine dicke Kruste (s. oben p. 706). Es wird nach verschiedenen Methoden gewonnen. Da aber bei allen diesen Darstellungsweisen in der Regel die ganzen Früchte zur Wachsgewinnung genommen werden, so treten in das Rohprodukt stets auch die in dem Samengewebe enthaltenen Fette über[3]), daher das als Handelsprodukt erscheinende Japanwachs als ein Gemenge zweier Substanzen, die in dem Ausgangsmaterial in verschiedenen Geweben auftreten, betrachtet werden kann. Nach dem ältesten, in Japan noch heute mitunter gebräuchlichen Verfahren

1) Schaedler, l. c. **1,** p. 878.

2) Cadet, Ann. de Chim. et de Phys. **44,** p. 140.

3) Nach Möbius (l. c., p. 242) sind die Zellen des Endosperms dicht gefüllt mit Proteinkörnern und Öltropfen.

werden die Früchte gestoßen, gekocht und gepreßt. Nach einer anderen Methode werden die zerkleinerten Früchte mit Wasser gekocht und das Wachs von der Oberfläche abgeschöpft, oder die zwischen Mühlsteinen mit oder ohne Hülle zerquetschten Früchte mit heißem Wasserdampf behandelt und von Zeit zu Zeit ausgepreßt, wobei man verschiedene Qualitäten erhält. Nach einem vierten Verfahren werden die Früchte mit Dreschflegeln zerschlagen, 14 Tage lang getrocknet, dann vorsichtig geröstet und zermahlen. Die erhaltene Masse wird in kleinen Säcken einem Dampfstrom ausgesetzt und das geschmolzene Wachs durch Abpressen gewonnen. Auch wird das Wachs mit Äther oder Schwefelkohlenstoff extrahiert. Das extrahierte Wachs hat eine hellere Farbe als das gepreßte. Das nach den verschiedenen Methoden gewonnene Wachs wird gewaschen, wobei es körnig wird, und dann gebleicht[1]). Je nach dem Grade des Bleichens werden verschiedene Sorten erhalten: Primawachs, Sekundawachs, Rohwachs. Um die Preßrückstände vollständig auszunutzen, wird denselben nicht selten ein Zusatz von 10 Proz. des Öles von *Perilla ocimoides L.*, einer Labiate, gegeben. Dieses Perillaöl führt in Japan den Namen Ye Goma oder Se-no-abura. Durch diesen Zusatz wird die Konsistenz des Produktes beeinflußt, und dies ist der Grund, daß sich im Handel härtere und weichere Sorten vorfinden[2]). Die Früchte geben etwa 22—26 Proz. Wachs.

Das japanische Wachs kommt in Form von zentnerschweren Blöcken, in neuerer Zeit auch in Gestalt kleiner, etwa 10 cm im Durchmesser haltender Scheiben, die durch Eingießen des flüssigen Wachses in Tonschalen hergestellt werden, oder in ebenso großen Quadrattafeln in den Handel. Es hat im rohen Zustande (Rohwachs) eine etwas blaugrüne, im gebleichten eine blaßgelbliche Farbe. Beim längeren Liegen wird es außen intensiver gelb bis bräunlich gefärbt und überzieht sich, insbesondere im feuchten Raume, mit einem schneeweißen Anfluge. Das Aussehen der Masse ist wachsartig. Auch teilt diese Substanz mit dem Bienenwachs die Härte und die Eigenschaft, sich schon in der Hand kneten zu lassen. Es bricht eben oder großmuschelig. Die frische Bruchfläche ist glanzlos, die Schnittfläche hingegen wachsartig glänzend.

Die Innenmasse des Wachses besteht, mikroskopisch betrachtet, aus kleinen, verschieden lichtbrechenden Körnchen und größeren Körnchen oder Blättchen, die aus mehreren verschieden lichtbrechenden Partien bestehen. Im Polarisationsmikroskop zeigt diese Masse Doppelbrechung. Zwischen dem Haufwerk von Körnchen und Blättchen erkennt man ein-

1) Lemarié, Die vegetabilischen Fette und Wachse Indochinas. Oils, Colours and Drysalteries, 1904, 6 in Chem. Rev. **11**, p. 127. — S. auch Wittsteins Vierteljahrsschrift **14**, p. 299. — Semler, Trop. Agrikultur. 2. Aufl., II, p. 550.

2) S haedler, l. c., p. 872.

zelne kleine, nadelförmige Kristalle, wahrscheinlich von Palmitinsäure. — Die peripherische gelbe Substanz besteht aus überaus kleinen, dicht nebeneinander liegenden Körnchen, enthält etwas mehr Kristalle als die Innenmasse, unterscheidet sich aber sonst von dieser nicht weiter. — Der weiße Beschlag ist reich an stäbchenförmigen und breiten prismatischen Kristallen. Erstere sind nicht selten gebogen, letztere fast stets stark korrodiert.

Das Japanwachs hat etwas harzigen, talgartigen, ranzigen Geruch und Geschmack. Das spezifische Gewicht des Rohwachses ist nach Schaedler = 1—1,006, das des gebleichten Wachses bei 15° C = 0,970 bis 0,980. Von Kleinstück wurden eingehende Untersuchungen über das spezifische Gewicht dieses Wachses angestellt[1]) und gefunden, daß bei Temperaturen zwischen 16—18° C die Dichte = 1, bei Temperaturen über 18° C das Wachs leichter als Wasser und bei Temperaturen unter 16° C schwerer als dieses ist. Geschmolzenes und wieder erkaltetes Japanwachs ist schwerer als Wasser, bei längerem Liegen nimmt es wieder normale Dichte an. Die Angaben über den Schmelzpunkt variieren sehr. Nach H. Müller schmilzt das Japanwachs bei 42° C, nach Oppermann[2]) bei 48—50° C. Schaedler gibt den Schmelzpunkt mit 53,5—54,5° C, den Erstarrungspunkt mit 40,5—41° C an[3]). Beim Erstarren erwärmt sich das Wachs auf 45,5—46° C. 10—12° C unter seinem Schmelzpunkt wird das Wachs bereits durchsichtig. Lange Zeit aufbewahrt, nimmt das Wachs einen höheren Schmelzpunkt an, eine Eigenschaft, die das Japanwachs mit vielen Fetten, zu denen es seiner Zusammensetzung nach gehört, teilt. Wird das Wachs kurze Zeit nach dem Erstarren wieder geschmolzen, so schmilzt es schon bei 42° C und erst nach längerem Liegen tritt der gewöhnliche Schmelzpunkt von 53,5° C ein (Schaedler, l. c.).

Das Japanwachs besteht der Hauptmasse nach aus den Glyzeriden der Palmitinsäure und der Japansäure ($C_{22}H_{42}O_4$); letztere ist wahrscheinlich in Form eines gemischten Glyzerides vorhanden. Außerdem enthält das Wachs noch freie Palmitinsäure und geringe Mengen löslicher Fettsäuren. Der Aschengehalt schwankt zwischen 0,01—0,08 Proz.

Japanwachs ist in kaltem Alkohol unlöslich, in siedendem Alkohol leicht löslich; die Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer weißen, körnig kristallinischen Masse. Äther, Benzin, Petroläther lösen es leicht. Die heiß ätherische Lösung setzt beim Erkalten Flocken ab (Schaedler, l. c., p. 874). Das Wachs ist sehr leicht verseifbar.

---

1) Chem. Zeitg. **14** (1890), p. 1304.
2) Ann. de Chim. et de Phys. **49**, p. 242.
3) l. c., p. 873.

Es wird mit Unschlitt und Wasser, von welchem es bis 30 Proz. durch Einschmelzen aufnimmt, verfälscht. Auch Stärke wird als Verfälschungsmittel dem japanesischen Wachs zugesetzt. Ch. La Wall fand in einzelnen untersuchten Proben 20—25 Proz. Stärke[1]). Das verfälschte Wachs hat ein höheres spezifisches Gewicht und besitzt auch nicht das feinstrahlige Netzwerk, welches die Oberfläche reiner Ware charakterisiert.

Das japanesische Wachs bildet unter allen Sorten von Pflanzenwachs den wichtigsten Handelsartikel. Von Japan und Singapore kommen große Mengen dieses Körpers in den Handel. Die Ware von Japan wird hauptsächlich auf den Inseln Hiogo, Hizeu, Simabara, Chutugo, Chekusin und in der Provinz Kinas gewonnen und kommt teils direkt von Kobe, Nagasaki und Osaka, teils über Shanghai und Hongkong nach Europa. Der wichtigste japanische Ausfuhrhafen ist Kobe. Auch das auf Formosa aus *Rhus succedanea* dargestellte vegetabilische Wachs gelangt auf demselben Wege zu uns. Die indische Ware wird von Singapore nach Europa gebracht. Die Durchschnittsernte Japans von diesem Rohstoff beträgt 2,5 Mill. kg. Ausgeführt wurden im Jahre 1907: 3810520 Kin (1 Kin = 0,602 kg[2])). Der bedeutendste europäische Handelsplatz für diese wichtige Ware ist London[3]).

Das Japanwachs wird in den Heimatländern als Surrogat des tierischen Talges und des Bienenwachses zur Kerzen- und Seifenfabrikation, aber auch zur Erzeugung von Glanz auf Holzdreharbeiten verwendet. In Europa dient es denselben Zwecken, und zwar vorzugsweise zur Erzeugung der Wachsstreichhölzer. Sonst wird es dem Bienenwachs zugesetzt in der Fabrikation der Wachskerzen. Es kommt etwa halb so hoch zu stehen als Bienenwachs.

7. Pisangwachs.

Dieses Wachs stammt von einer in Niederländisch Indien, besonders auf Java vorkommenden, nicht näher bestimmten *Musa*-Art, deren Blattunterseiten es mit einem weißen, mehlartigen Überzug bedeckt[4]). Behufs Gewinnung des Wachses werden diese Überzüge mit hölzernen Messern abgeschabt und dann umgeschmolzen. Nach Schumann beträgt die Ausbeute an Wachs von einer Pflanze bis 60 g[5]). Das Pisangwachs

1) Amer. Journ. of Pharm. **69** (1897), Nr. 1.

2) Japanische Zollstatistik in Gehe, Bericht 1911, p. 66.

3) Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien. 1871, p. 387 und Anhang, p. 215.

4) Hefter, Technologie der Fette und Öle **2**, p. 848.

5) Zagorodsky: Die Banane und ihre Verwertung als Futtermittel. Beihefte zum Tropenpflanzer. 1911, p. 396.

wird von Greshoff und Sack als harte, grießartige, weiße, oft auch gelbe oder hellgrüne Masse beschrieben, die größere oder geringere Durchsichtigkeit, kristallinischen Bruch und einen lichten, an der Oberfläche haftenden Anflug besitzt[1]). Das Wachs läßt sich leicht pulvern, schmilzt bei 79—81° C, hat ein spezifisches Gewicht von 0,965 und ist nicht selten durch Blattstengelfragmente, sogar auch durch Reste von Käfern verunreinigt. Es ist in kochendem Äthylalkohol wenig, dagegen in heißem Terpentinöl, Amylalkohol und Schwefelkohlenstoff leicht löslich. Säurezahl 2—3 (Greshoff und Sack), Verseifungszahl 109 (Greshoff und Sack). Bei der trockenen Destillation liefert das Pisangwachs einen bei 280° C siedenden Kohlenwasserstoff $C_{16}H_{34}$ und eine von der Cerotinsäure durch ihren Schmelzpunkt 58° C verschiedene Säure, $C_{27}H_{54}O_2$. Aus dem Wachs wurden von Greshoff und Sack die Pisangcerylsäure $C_{24}H_{28}O$ und Pisangcerylalkohol isoliert. Das Pisangwachs ist der Hauptmenge nach der Pisangcerylester der Pisangcerylsäure.

8. Vegetabilisches Wachs von Ficus ceriflua (Gondangwachs).

Die genannte Pflanze kommt auf West- und Mitteljava, Sumatra und Ceylon vor und liefert nach Junghuhn[2]) einen der fetten Milch ähnlichen Milchsaft. Über freiem Feuer eingedickt, dann mit Wasser behandelt, verwandelt sich letzterer in ein festes, grau bis braun gefärbtes Wachs, welches durch Bleichen rein weiß wird. Dieses Wachs (Javanisches Pflanzenwachs, cire de figuier, Fig wax) ist im Heimatlande Handelsgegenstand; eine technische Verwendung hat es bisher in Europa nicht gefunden. Das auf Sumatra und Ceylon gewonnene Wachs, Getah Lahoë genannt, stammt nach Blume von demselben Baume ab.

Das javanische Pflanzenwachs ist grau oder rötlichbraun, innen fast rosenrot, auch gelblich, sehr bröcklig und leicht zerreiblich, härter und spröder als Bienenwachs. Sein spezifisches Gewicht beträgt bei 15° C 0,963 (Wiesner), 1,015 (Greshoff und Sack). Nach Bleekrode[3]) wird es bei 50° C sirupartig und schmilzt bei 61° C. Nach Schaedler[4]) wird es schon bei 45° C weich und schmilzt bei 56—57° C. Greshoff und Sack (l. c.) geben den Schmelzpunkt des mit kochendem Alkohol gereinigten Wachses mit 61° C an. Beim Erstarren wird es wachsartig. Bei 75° C wird es dünnflüssig. In siedendem Alkohol, Äther und Amylalkohol löst sich das Wachs, ebenso löslich ist es in Terpentinöl, Benzin,

---

1) Greshoff und Sack, Rec. trad. chim. des Pays-Bas et de la Belge, 1901, 20, 65 in Chem. Repert. 1901, p. 177.

2) Java. Deutsch von Haßkarl **1**, p. 348.

3) Neues Jahrbuch der Pharmazie **7**, p. 182.

4) l. c., p. 876.

Benzol, Chloroform. Nach Kaiser[1]) ist es in Schwefelkohlenstoff unlöslich. Kochende Kalilauge entfärbt das Wachs, bringt es jedoch nicht in Lösung. Aus dem durch siedenden Alkohol gereinigten Wachs konnten Greshoff und Sack (l. c.) die Ficocerylsäure von der Formel $C_{13}H_{26}O_2$ und dem Schmelzpunkte 57° C und den Ficocerylalkohol $C_{17}H_{28}O$ mit dem Schmelzpunkt 198° C isolieren. Bei trockener Destillation liefert das javanische Pflanzenwachs einen wässerigen, Essigsäure und Propionsäure enthaltenden Anteil und eine ölige Flüssigkeit, welche aus einem farblosen, fluoreszierenden Kohlenwasserstoff $C_{14}H_{26}$, einer bei 55° C schmelzenden, kristallisierten Säure $C_{12}H_{24}O_2$ und einem kristallisierten, bei 51° C schmelzenden Alkohol $C_{44}H_{88}O$ besteht.

Auf Java und Sumatra wird dieses Wachs so wie Bienenwachs als Kerzenmaterial verwendet.

9. Kuhbaumwachs.

Aus dem Stamme und den Ästen von *Brosimum galactodendron Don.* (amerikanischer Milch- oder Kuhbaum) wird durch Einschnitte ein Milchsaft gewonnen, der in Farbe und Geschmack der Kuhmilch gleicht, sich von letzterer aber dadurch unterscheidet, daß er konsistenter ist und durch Säuren nicht gerinnt, sondern selbst etwas sauer ist[2]). Der Baum wächst auf den Gebirgen Südamerikas und ist besonders charakteristisch für Venezuela. Durch Kochen wird aus dem Milchsafte ein gelblichweißer, harzartiger Stoff, das Kuhbaumwachs (Cow tree wax[3]), abgeschieden. Das Wachs ist etwas durchscheinend, läßt sich kneten, schmilzt bei 50—52° C, ist zum Teil verseifbar und hat von allen pflanzlichen Wachsarten äußerlich die meiste Ähnlichkeit mit dem Bienenwachs. Es liefert sehr gute, mit heller Flamme brennende Kerzen (Schaedler).

10. Ocubawachs.

Über die Abstammung dieses Pflanzenwachses ist man noch nicht im klaren. Nach Peckolt in Cantagallo[4]) wird dieser Körper aus der Frucht eines ihm nicht näher bekannten, am Amazonenstrom wachsenden Baumes, oder richtiger Strauches, wahrscheinlich einer *Myristica*-Art gewonnen. Ad. Brogniart läßt es unentschieden, ob *Myristica Ocuba*, *M. sebifera* oder *M. officinalis* dieses Pflanzenwachs liefern. Da aber die Früchte der beiden letztgenannten Pflanzen Fette geben, welche mit dem Ocubawachs nicht zu verwechseln sind, so hat die Herleitung von *M. Ocuba* die größere Wahrscheinlichkeit für sich.

---

1) Kaiser, Chem. Zentralbl. 1856, p. 477.
2) Engler in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfamilien **3**, 1, p. 88.
3) Schaedler, l. c., p. 877.
4) Zeitschr. des allg. österr. Apothekervereins. 1865, p. 484.

Die in Gestalt und Größe einer Flintenkugel ähnliche Frucht enthält den mit einer dicken, karmoisinroten Haut bedeckten Kern. Der Farbstoff dieser Hülle ist in Wasser löslich und liefert eine herrliche, purpurrote Farbe (Ocubarot). Behufs Gewinnung des Wachses werden die Samenkerne zunächst gewaschen, wobei der rote Farbstoff entfernt wird und die Kerne eine schwarze Farbe annehmen. Nun werden die Kerne in Haufen geworfen, zerquetscht, zu einem Teige zerrieben und kurze Zeit in Wasser gekocht. Das Wachs scheidet sich an der Oberfläche des Wassers ab[1]). Die Früchte liefern 18 Proz. Wachs. Das rohe Wachs gleicht ungebleichtem Bienenwachs, wird aber durch Umschmelzen und Bleichen in eine glänzend weiße Masse umgewandelt. Das Ocubawachs ist ein Gemenge von Fett, Wachs und Harz, hat ein spezifisches Gewicht von 0,920 bei 15° C, schmilzt bei 36,5° C[2]), nach Schaedler[3]) bei 39—40° C und ist in kaltem Alkohol unlöslich, in siedendem Alkohol und Äther vollständig löslich.

Das Ocubawachs bildet in Brasilien, besonders in der Provinz Pará, einen Handelsgegenstand, dessen Gewinnung in den Monaten Januar—März die ganze Bevölkerung beschäftigt, und wird im Gemenge mit anderen Materialien zur Kerzenfabrikation verwendet.

11. Balanophorenwachs.

Alle *Balanophora*-Arten, unter diesen besonders *Balanophora elongata Bl.* auf Java und *Langsdorffia hypogœa Mart.* in Südamerika, sind ausgezeichnet durch den reichen Gehalt an Wachs, welches die Parenchymzellen der Stämme (Knollen) in so bedeutender Menge erfüllt, daß die Pflanzen, angezündet, mit leuchtender Flamme brennen. In Südamerika (Neugranada) werden die ganzen Pflanzen von *Langsdorffia* als sogenanntes »Siejas« auf den Märkten verkauft und an Festtagen als Kerzen verbrannt[4]). Auf Java werden die Knollen von *Balanophora elongata* zu Brei gestoßen, daraus eine Art »Pasta« gemacht und damit dünne Bambusstäbchen bestrichen, welche getrocknet als Kerzen dienen[5]). Durch Auskochen der Pflanzen wird das Balanophorenwachs, Cire de Balanophore, Balanophor wax, erhalten. Dasselbe stellt eine graugelbliche Masse dar. Das mit Äther extrahierte Wachs hat Färbung und Konsistenz des gewöhnlichen Bienenwachses. Es ist in Alkohol wenig, in Äther sehr leicht löslich, schmilzt bei etwa

1) Organ für den Öl- und Fetthandel, 1901, Nr. 35, in Chem. Rev. **8**, p. 213.
2) S. Gerhardt, Org. Chemie **2**, p. 1055.
3) l. c., p. 875.
4) Engler in Engler-Prantl, l. c. **3**, 1, p. 263.
5) Engler, l. c., p. 261.

100° C (Schaedler) und hat bei 15° C ein spezifisches Gewicht von 0,995 (Schaedler). Das Wachs hat die Eigentümlichkeit, sich in kalter Schwefelsäure zu lösen und durch Wasser aus dieser Lösung gefällt zu werden (Schaedler).

Dieses Wachs ist sowie das vorher besprochene Ocubawachs als Gemenge eines Glyzerides, Wachses und Harzes anzusehen; es kommt im europäischen Handel nicht vor[1]).

1) Schaedler, l. c., p. 884.

I. Sachregister.

Abieninsäure 272.
Abietinolsäure 272.
Abietinsäure 280, 282.
Abietolsäure 272.
Accrakopalensäure 360.
Accrakopalinsäure 360.
Accrakopalolsäure 360.
Accrakopaloresen 360.
Accrakopalsäure 360.
Acide abiètique 280.
Afridiwachstuch 698.
Akrolein 625.
Aldehydharz 183.
Aleuritinsäure 376, 382.
Aliphatoresine 179.
Alménsche Blutprobe 376.
Aloeharz 564.
Aloerot 564.
Aloin 564.
Aloinose 565.
Ammoresinotannol 191, 255.
Amylasen 80.
Amyrilene 302.
Amyrin 301.
Amyrinazetat 534.
Angiko 352.
Anisotropie d. Gummiart. 59.
Anthrachinderivate 566.
Anthraglukoside 566.
Arabin 73.
Arabingummisäure 71.
Arabinon 72.
Arabinose 67, 76, 565.
Arabonsäure 71.
Arachin 681.
Arachinsäure 683, 697.
Arachisalkohol 716.
Asaresin 189, 245.
Asaresinotannol 190, 245.
Atraktylsäure 98.
Azaleinsäure 383.
Azetaldehyd 570.
Azetylzahl 210.

Balagutta 534, 535.
Balalban 534.
Balsame 152.
Barbaloin 565.
Bassorin 74, 76, 137.
Baumwollstearin 693.
Behensäure 688.
Beisubstanzen der Reinharze 177.
Bengukopalolsäure 361.
Bengukopaloresen 361.
Bengukopalsäure 361.
Beninkopalensäure 360.
Beninkopalinsäure 360.
Beninkopalolsäure 360.
Beninkopaloresen 360.
Beninkopalsäure 360.
Benzaldehyd 184.
Benzin 694.
Benzoesäurebenzoresinolester 416.
Benzoesäure-Benzylester 394.
Benzoesäuredracoresinotannolester 424.
Benzoesäuresiaresinotannolester 416.
Benzoresine 414.
Benzoresinol 404, 414.
Benzoylessigsäuredracoresinotannolester 424.
Benzylalkohol 394.
Bois de Calumet 442.
Bombolas 571.
Borneokautschukharz 506.
Borneol 570, 574.
Bornesit 502.
Breidin 302.
Brenzkatechin 618, 619.
Brenzweinsäure 189.
Bryoidin 302.
Bully-tree 498. [646.
Butterbaum, afrikanischer
Butternußbaum 645.
Buttersäure 627.

Cadinen 190, 191, 570.
Camphen 570.
Canvaß, gegerbtes 609.
Carnaubasäure 713.
Carteria Lacca 378.
Castnia elegans (Schmetterling) 144.
Castnia Eudesmia 145.
Cerin 707.
Cerosin 708.
Cerotinsäure 707, 713.
Cerotinsäure - Myricyläther 713.
Cerylalkohol 707, 716.
Cheer pine 257.
Chemische Charakteristik der Gummiaten 64.
Chlorophyll 26, 624, 719.
Cholesterin 682.
Chrisma 391.
Chromoresine 179.
Chrysaminsäure 564, 565.
Cineol 570.
Cinnamein 389.
Coach - Whips - Kaktus 703.
Coccus cacti L. 379.
Coccus lacca Kerr. 378.
Cochenillefarbstoff 379.
Codamin 550.
Codein 550.
Cottonmargarin 693.
Cryptopin 551.
Curaçaloin 565.

Dambonit 502.
Dammarlackbaum 27.
Dammar-Resen 326.
Dammarolsäure 325.
Dechsel 262.
Despanol 607.

Dextrin 80, 81.
Diamantkitt 252.
Dierucin 687.
Dihydrobenzoesäure 389.
Diisopren 510, 515.
Dimethylakrolein 374.
Dimethylcyclooktadien 516.
Dimethyloktadien 515.
Dioxindol 596.
Dioxozonid 514.
Diozonid 514.
Dipenten 510, 515, 570.
Dracoalban 423.
Dracoresen 423.
Dracoresinotannol 424.

Eiweißstoffe 27.
Elaeomargarinsäure 695.
Elaioplasten 624.
Elemisäuren 302.
Emodin 564, 565.
Emulsin 81.
Enfer 681.
Enzyme 27.
Enzyme der Gummiarten 77.
Enzymoresine 179, 366.
Erukasäure 627, 687, 688.
Erythrodextrin 80.
Erythrolaccin 383.
Erythroresinotannol 433.
Erythroresinotannolparakumarsäureester 433.
Essigsäure 627.
Esterzahl 209.
Eugenol 570.
Euphorbon 456.

Factice 490.
Faktis 490, 694.
Farbharze 179.
Fermente 27.
Ferulasäure 189, 245, 283.
Fichte 257, 259, 260.
Ficocerylalkohol 708, 726.
Ficocerylsäure 726.
Formaldehydharze 184.
Fukose 67, 76.
Furfurol 68, 76.

Galaktangummisäure 72.
Galaktansäure 71.
Galbanresinotannol 251.
Galbanumöl 251.
Galbanumsäure 250.
Galbaresinotannol 251.
Gambogiasäure 238.
Gänsehaut (Sansibarkopal) 154.
Gascardia madagascariensis Targ. Tozz. 381.
Geddagummisäure 71.
Gemmage à mort 261.
Gemmage à vie 261.
Gerbstoffe 26.
Gesamtverseifungszahl 209.
Gharrahs 605.
Globuloide 459, 488.
Glukoresine 179.
Glukotannoide 185.
Glykose 575.
Glyzerinseifen 686.
Gnoskopin 551.
Golden wattle 118.
Grammophonplatten 721.
Grandel 262.
Grapholein 326.
Guajakgelb 375.
Guajakharzsäure 373.
Guajakol 374.
Guajaköl 375.
Guajakonsäure 373.
Guajaksäure 375.
Guajaktinktur 373, 376.
Guajazinsäure 374, 375.
Guajazylsäure 375.
Guajen 374.
Guajol 374.
Guinafluavil 529.
Guinafluavilresinol 529.
Guinagutta 529.
Guinalban 529.
Guinalbanan 529.
Guinalbaresinol 529.
Gummi, Anwendung 122.
Gummi, Entstehung 81.
Gummi, Vorkommen 87.
Gummilack-Schildlaus 378.
Gummisäuren 66, 71.
Gummizahl 209.
Gurjoresen 296.
Gurjunen 296.
Gurjuresinol 296.
Gurjuturboresinol 296.
Gutta 530.
Guttapercha - Dihydrochlorid 532.

Harze, aliphatische 179.
Harze, chemische Charakteristik 173.
Harze, chemische Einteilung 178.
Harze, Entstehung 166.
Harze und Balsame, Vorkommen 214.
Harzalkohole 174.
Harzanalyse 208.
Harzfluß 168.
Harzsäuren 176, 177, 192.
Harzschmieren 184.
Harzwachs 382.
Harzzahl 209.
Haschab 100, 104.
Hemlock spruce 266.
Hesse-Salkowskische Cholesterinreaktion 506.
Hölle 681.
Holzstoff, Holzsubstanz 25.
Homoparakopaivasäure 293.
Honduroresinol 407.
Hydrocotarnin 551.
Hydrohalogenkautschuk 524.
Hypogaeasäure 683.

Icacin 304.
Illurinsäure 292.
Indican 575.
Indicanlösung 585.
Indigoküpe 599.
Indoxyl 575.
Inferno 681.
Invoit 502.
Isatin 596.
Isobarbaloin 565.
Isolariciresinol 285.
Isolinolensäure 627.
Isopren 510, 515.
Iso-Trachylolsäure 359.
Isozimtsäure 403.

Japansäure 708, 723.
Jutaicica (Kopalbaum) 352.

Kadinen 191.
Kaffeesäure 283, 285.
Kallitrolsäure 314.
Kampferofen 569.
Kampfersäure 191, 251.
Kamphoronsäure 191, 251.
Kanadinsäure 272.

Kanadolsäure 272.
Kapaloin 565.
Kaprinsäure 627, 658, 661.
Kapronsäure 627, 658, 661.
Kaprylsäure 627, 658, 661.
Kapuzinerbaum 445.
Karbonylzahl 210.
Karmin 379.
Karminlack 379.
Kastnia elegans (Schmetterling) 144.
Katechin 607, 613.
Katechugerbsäure 607.
Katechuretin 608.
Katechuretinhydrat 608.
Katechusäure 607, 613.
Kattundruckerei 599.
Kaurinolsäure 357.
Kaurinsäure 357.
Kaurolsäure 357.
Kauronolsäure 357.
Kauroresen 357.
Kautschin 510.
Kautschukdioxozonid 512.
Kautschukdiozonid 512.
Kautschukharze 502.
Kautschukkörperchen 460.
Kautschuknitrosat 519.
Kautschukschwämme 489.
Khadir (Arekapalme) 612.
Kiefer 259.
Kinogerbsäure 618.
Kinoin 618.
Kinorot 618.
Klebkraft 64.
Kohlpalme 632.
Kokosbutter 661.
Kongokautschukharz 506.
Kongokopalolsäure 361.
Kongokopaloresen 361.
Kongokopalsäure 361.
Konimen 304.
Konstanten der Harze 209.
Kopaiboresene 292.
Kopaivasäure 292.
Kopalresen 359.
Korksubstanz 623.
Kreosol 374.
Kristallalban 529.
Kuhbaum 439, 726.
Kunerol 661.

Laccainsäure 382.
Laccase 368.
Laccol 367.
Lackbaum 721.
Lackgift 368.
Lack-Gummase 368.
Lacksäure 367.
Laktoresine 179.
Lanocerinsäurelakton 717.
Lanthopin 551.
Lärche 257, 259, 263.
Laricinolsäure 271.
Laricinesinol 285.
Laricopininsäure 271.
Laricopinonsäure 271.
Larinolsäure 271.
Laudanidin 550.
Laudanin 550.
Laudanosin 551.
Laurin 721.
Laurinsäure 658, 661, 699, 708.
Lävulinaldehyd 513.
Lävulinperoxyd 513.
Lävulinsäure 70, 513.
Leuko - p - benzoylcumaran 607.
Lewa-Methode 469.
Liebermannsche Cholesterinreaktion 506.
Lignin 25.
Lignocerinsäure 684, 713.
Linolensäure 627, 693, 696, 699.
Linoleum 695, 698.
Linolsäure 627, 682, 690, 691, 693, 696, 697, 698, 699.
Linoxyn 693.
Lipase 624.
Loblolly-Fichte 257.
Löslichkeit der Gummiarten 62.
Löslichkeitstabelle (Harze) 214.

Madagaskarkautschukharz 506.
Mankopalensäure 357.
Mankopalinsäure 357.
Mankopalolsäure 357.
Mankopaloresen 358.
Marbinturgan 227.
Margarine d'Arachide 684.
Marineleim 384.
Mastikolsäure 311.
Mastikonsäure 311.
Mastikoresen 311.
Mastixkitt 311.
Mastixsäure 310.
Mastizin 310.
Mastizinsäure 311.
Matezit 502.
Mattlack 315.
Mattolein 326.
Mekonidin 551.
Mekonsäure 551.
Melissylalkohol 707, 716.
Metakopaivasäure 292.
Methylfurfurol 68, 76.
Methylzahl 210.
Mikrosublimation 394.
Milchbaum, amerikanischer 726.
Mineralöl 293, 694.
Morphin 550.
Murex trunculus 601.
Mützenpalme 632.
Myrcen 510.
Myricin 707.
Myricylalkohol 707, 713.
Myristin 663, 664, 665, 721.
Myristinsäure 627, 658, 661, 665, 698, 699, 708.
Myristizin 664.
Myrosin 81.
Myroxin 390.
Myroxocerin 390.
Myroxofluorin 390.
Myroxokarpin 391.
Myroxol 390.
Myroxoresen 390.

Nadelalban 529.
Narcein 550.
Narkotin 550.
Nashtar 547.
Nataloin 565.
Neutralfette 627.
Nitrodracoalban 423.
Nitrosat 519.
Nitrosit 518, 519.

Oba-Baum 638.
Oberflächenschicht der Harze 156.
Ölbaum 678.
Olease 681.
Ölbildner 624.
Öle, ätherische 181.

Olein 668, 681.
Oleinsäure 627.
Ölsäure 627, 673, 687, 690. 691, 697, 698, 699, 708.
Otobit 664.
Oxalsäure 71, 564.
Oxalsaurer Kalk 27.
Oxindol 596.
Oxybassorin 77.
Oxydasen 78.
Oxydikarbonpyronsäure 551.
Oxykatechuretin 608.
Oxykopaivasäure 292.
Oxynarkotin 551.
Oxypolyterpene 183.
Oxystearinsäureverbindungen 686.
Oxyurushin 367.

Palisadenpalme 499.
Palmitin 661, 668, 681.
Palmitinsäure 627, 658, 673, 690, 691, 693, 696, 697, 698, 708, 723.
Palmitinsäure-Myricyläther 707.
Papaveramin 551.
Papaverin 550.
Paraffin 293.
Parakopaivasäure 293.
Parakumarsäure 284, 433, 434.
Parakumarsäure - Xanthoresinotannolester 434.
Paraoxybenzaldehyd 433.
Paraoxybenzoesäure 435.
Peroxydase 79.
Perubalsamöl 389.
Peruresin 389.
Peruresinotannol 390.
Peruviol 389.
Pflanzenbutter 661.
Phellandren 570.
Phenolharze 374.
Phloroglucin 189.
Phloroglukotannoide 185.
Phytosterin 690, 693, 696, 707.
Picea-Pimarsäure 273.
Picipimarinsäure 280.
Picipimarolsäure 280.
Pikrinsäure 435, 564.
Pimarsäure 192, 281.
Pinangpalme 493.
Pinen 190, 269, 570.
Pinipikrin 265.
Pinol 180.
Pinolin 286.
Pinolpalme 632.
Pinoresinol 284.
Pinoresinotannol 284.
Pisangcerylalkohol 707, 725.
Pisangcerylester 725.
Pisangcerylsäure 725.
Pitch pine 257.
Polyarabinantrigalaktangummisäuren 76.
Polyretine 184.
Propionsäure 627, 726.
Protokatechusäure 190.
Protopin 551.
Pseudomorphin 550.
Purub-Verfahren 469.
Pyroguajazin 374.

Quercetin 608.
Quercitrin 608.

Radierpulver 315.
Rapinsäure 687.
Regenerat-Kautschuk 524.
Resene 177.
Resenharze 178.
Reservagedruck(Indigo)600.
Resine 177.
Resinharze 178.
Resinogene Schicht 167.
Resinole 175, 177.
Resinole, resenartige 296.
Resinolresine 176.
Resinosäureharze 178.
Resinosäuren 176, 177.
Resinotannole 175, 177.
Resinotannolharze 178.
Resinotannolresine 175.
Resorzin 190, 256.
Retouchieressenz 326.
Rhoeadin 551.
Rizinusölsäure 627, 686.
Rohfett 627.

Safrol 570.
Salganbaum 90, 103.
Salizylsäure 191, 255.
Salizylsäure - Resinotannolester 255.
Sandarakolsäure 314.
Sandarakopimarsäure 315.
Sandarazinolsäure 314.
Sandarazinsäure 314.
Sandbüchsenbaum 641.
Säurezahl 209.
Säurezahl der flüchtigen Anteile 209.
Schellackwachs 382, 707.
Schleimsäure 69.
Schmelzöl 686.
Schrott 262.
Schuhmacherwachs 714.
Schwachtrocknende Öle 686.
Schwarzföhre 257, 262.
Schwimmlack 384.
Sebazin-Stearinsäure 686.
Siaresinotannol 416.
Siegellack 384.
Sokaloin 565.
Sphäritalban 529.
Stearin 661.
Stearinsäure 627, 658, 662, 670, 687, 691, 696, 698, 714.
Storaresin 404.
Storaxöl 403.
Storesin 403.
Storesinol 403, 404.
Strandkiefer 260.
Stuhlrohr 420.
Styphninsäure 191, 251, 255.
Styrazin 401, 402, 404, 434.
Styresinol 406.
Styrocamphen 404.
Styrogenin 403.
Styrol 404, 405, 406.
Suberin 623.
Sumafluavilresinol 529.
Sumagutta 529.
Sumalban 529.
Sumalbanan 529.
Sumalbaresinol 529.
Sumaresinotannol 414.
Swamp Pine 257.
Sylvinsäure 282.
Sylveolsäure 279.

Tallow tree 646.
Tannogene 185.
Tannoide, System 185.
Tannolharze 178.
Tannolresine 176.
Terpentinhydrochlorid 572.
Terpineol 570.

Tetrabromid 521.
Thebain 550.
Tiglinaldehyd 374.
Tiglinsäure 627.
Tinctura Benzoes 417.
Tischlerpolitur 384, 424.
Titoki-Baum 643.
Toluresin 395.
Toluresinotannol 394, 395.
Trachylolsäure 358.
Traganxylanbassorinsäure 76, 77.
Tragantin 74, 137.
Traganton 139.
Tragantose 76.
Trilaurin 634.
Trilinolein 683.
Trimethylcyclododekatrien 515, 516.
Trinitroresorzin 251.
Triolein 627, 683, 689.
Trioxyglutarsäure 71.
Tripalmitin 627.
Tristearin 627.
Tritopin 551.
Türkischrotöl 686.

Uhrmacheröl 636.
Umbelliferon 190, 248.
Umbellsäure 252.
Upasbaum 458.
Urushin 367.
Urushinsäuren 225, 367.
Uvitinsäure 189.

Valeriansäure 627.
Vanillin 245, 246, 283, 395.
Vaselin 293.
Verfälschungen des arab. Gummi 121.
Verholzung 25.
Verniciferol 368.
Verseifungszahl 209.
Verwitterung (der Harze) 154.
Viscosität 63.

Wachsbaum 721.
Wachsstreichhölzer 724.
Wachssumach 721.
Waidküpe 578.
Waldsumach 721.
Warenkunde, pharmazeutische 22.
Weißföhre 257.
Weißtanne 264.
Weymouthkiefer 257.
White Pine 257.

Xanthalin 551.
Xylanbassorinsäure 76.
Xylose 67.

Yellow Pine 257, 346.

Zanaloin 565.
Zerasin 75.
Zimtsäure 415, 434.
Zimtsäureäthylester 403.
Zimtsäurebenzoresinolester 414.
Zimtsäure - Benzylester 394.
Zimtsäure - Peruresinotannolester 390.
Zimtsäurephenylpropylester 402, 415, 434.
Zimtsäuresumaresinotannolester 414.
Zimtsäure - Toluresinotannolester 395.
Zimtsäure - Xanthoresinotannolester 434.
Zimtsäurezimtester 402, 415.

II. Register der Rohstoffe.

Abura toi 652.
Acajougummi 95.
Acajouöl 642.
Accra-Kautschuk 439.
Accrakopal 199, 344, 360.
Accra-Past 449.
Achete 477.
Acouchibalsam 221.
Acouchinibalsam 221.
Adad 107.
Addaley 641.
Adjabbutter 650.
Advogatofett 635.
Affendorn 631.
Afridiwachs 698.
Agathis-Kopal 354.
ἅῖμα δρακοντος 425.
Akantomastix 311.
Akaroidharz 207, **426**.
Akaroidharz, gelbes 207, **431**, 434.
Akaroidharz, rotes 208, **427**, 433.
Akaroidharz, westaustralisches 432.
Akassa 527.
Akaziengummi 89, 99.
Akbariopium 547.
Alligatorbirnen 635.
Almasca 353.
Almeidina 443.
Almessega-Elemi 197.
Aloe 557.
Aloe-Chemie 564.
Aloe-Droge 561.
Aloe-Gewinnung 559.
Aloe, glänzende 562.
Aloe, indische 563.
Aloe, madagassische 563.
Aloe, ostafrikanische 562.
Aloe, schwarze, glänzende von Curaçao 563.
Aloe, südafrikanische 562.
Aloe, westindische 562.
Aloe capensis 562.
Aloe hepatica 562.
Aloe hepatique 562, 564.
Aloe lucida 562, 564, 620.
Aloe translucide 562.
Amarillo-Kautschuk 443.
Amboinakino 618.
Ammoniacum 191, 193, 252.
Ammoniacum amygdaloides 254.
Ammoniacum in granis 254.
Ammoniacum in massis 254.
Ammoniakgummi 230, **252**.
Ammoniakgummi, marokkanisches 254.
Ammoniaque 252.
Amrad 116.
Amygdaleengummi 127.
Anani 226.
Anacardiumgummi **125**.
Ancheto 609.
Andirobaöl 676, 677.
Angado Mastiche 98.
Angalora 453.
Anime 327.
Aouaraöl 658.
Aouaraöl von Guayana 658.
Aouaraöl von Guinea 658.
Apfelsamenöl 636.
Aprikosenkernöl 636, 685.
Arachisöl 637, 678, **683**.
Arbol a brea 298.
Arbor de Ule 438.
Arbre à l'huile 542.
Arekanüsse 604, 605.
Arekapalme 604.
Arórate 445.
Asa dulcis 417.
Asa foetida 189, 190, 240.
— — amygdaloides 244.
— — in granis 244.
Asa foetida in lacrymis 247.
— — — massis 244.
Asant 230, **240**.
Asantsorten 244.
Assamkautschuk 439, **481**.
Assinie-Kautschuk 439.
Astrocaryumfett 658.

Bahiakautschuk 473.
Bakelit 184.
Balamtalg 649, 671.
Balanophorenwachs 702, **727**.
Balanophor wax 727.
Balata 445, **497**, 533.
Balata-Gewinnung 498.
Balata-Verwendung 500.
Bales (Gambir) 611.
Balsam Capivi 288.
Balsam fir 257.
Balsam of Peru 384.
Balsamo blanco 387.
Balsamo catolico 387.
Balsamo de cascaro 387.
Balsamum canadense 266.
Balsamum cyprium 256.
Balsamum Dipterocarpi 294.
Balsamum Garjanae 294.
Balsamum Gurjunae 294.
Balsamum Indicum album 407.
Balsamum Indicum nigrum 384.
Balsamum Peruvianum siccum 388.
Balsamum Tolutanum 392.
Bambukbutter 671.
Bankulnußöl 696.
Baquaques et marons 112.
Barbadosaloe 563, 565.
Baristergummi 93.
Baroskampfer 227, 573.
Barras 275.

Bassiaöl 671.
Bassoragummi 139.
Baswood-oil 643.
Bati-Boti-Baum 500.
Baume de Copahu 288.
Baume de Pérou 384.
Baume de St. Salvador 384.
Baume de Tolu 392.
Baumkopal von Lindi 339.
— — — harter, gelber 339.
— — — weicher, gelber 339.
— — — weißer 339.
Baumkopal von Sansibar 334, 335, 339.
Baumöle 682.
Baumwollsamen 624, 692.
Baumwollsamenöl 629, 685, 686, **692**.
Bavanchi 637.
Bawchan-Saat 637.
Bdellium 223, 224.
Behenöl 636, 678.
Beijoim 417.
Belji var 216, 280.
Belladonnaöl 651,
Belzui 417.
Benaresopium 548.
Bengalindigo 597.
Bengkatalg 650, 671.
Benguellakopal 200, 359, 361.
Beninkopal 200, 345, 359.
Benjamin 417.
Ben-oil 636.
Benzin 417.
Benzoe 204, 230, **408**.
Benzoe, bolivische 409.
Benzoe, gemeine 413.
Benzoe in Tränen 412, 413.
Benzoin 408.
Benzui 417.
Bergzuckerbalsam 223.
Betulin 218.
Beurre de bouandja du Congo français 646.
Bibit 480.
Bicuhybafett 633, 662, **664**.
Bilsenkrautsamenöl 651.
Birkenharz 218.
Birkenkampfer 218.
Birmakautschuk 439.
Birnensamenöl 636.
Biskuits 469.
Bissa Bob 224.
Black boy gum 431.
Black butle gum 615, 621.
Blättertragant 139.
Blockgambir 611.
Block-Kowri Gum 347.
Blood-woodgum 621.
Bluegum 615.
Blumeakampfer 574.
bokalahy 453.
Bolaxgummi 230.
Bombay-Aloe 563.
Bombay-Amber 339.
Bombaykopal 328.
Bombaymastix 309.
Bonducnußöl 637.
Bordeauxterpentin 192, 273.
Borneokampfer 573.
Borneokampferöl 574.
Borneokautschuk 448, 451.
Borneomort 482.
Borneotalg 647, **668**.
Bossanga-Pflanze 485.
Botanybaygummi 426, 431.
Botanybaikino 615.
Bouandjobutter 646.
Brauerpech 285.
Brasilnuß 648.
Brazil nut oil 648.
Brea (Gummi) 93.
Brennöle 682.
Broom Pine 257.
Bucheckerkernöl 686, **688**.
Bucheckeröl 633.
Burgunderpech 278.
Burgund pitch 278.
Burseraceenharze 326.
Burseraceenöle 678.
Bush-Gum 347.
Buteakino 622.
butter pits 653.
Button-lac 381.

Cabezzas 477.
Cachou 606.
Cake-Camboge 235.
Camboge 232.
Cambogia 232.
Camulöl 640.
Candelillawachs 703, 712, **716**.
Candlenußöl 696.
Caoutchouc de Patani 439.
Capivi 288.
Caraman 139.
Carana Elemi 197, 301.
Carapafette 676.
Carapaöl 676, **677**.
Caricari Elemi 197, 301.
Carnaubawachs 701, 708, 709, **710**.
Carnaubawachs, reines 713.
Carnaubawachs, rohes 712.
Cartagenakautschuk 439, 475.
Cashawagummi 125.
Castanhasöl 652.
Cauchillo 442.
Caucho andullo blanco 442, 475.
Caucho andullo negro 477.
Caucho blanco 442, 475.
Caucho negro 439. 475.
Caucho virgen 475.
cautchouc des herbes 486.
Cautchouc des prairies 486.
Cautchouc des racines 486.
Cautchouc des rhizomes 486.
Cay-Cay-Butter 675.
Cay-dos 646.
Cearakautschuk 442, 473.
Ceara Scraps 474.
Cebil (Gummi) 92.
Celosiaöl 633.
Cera di palma 714.
Chagualgummi 88, **142**.
Chakazzi 335, 336, 339.
Chandu 548.
Chaulmugraöl 647.
Cha-Yau (Öl) 645.
Chebulaöl 649.
Chêne-gomme 229.
Cherry gum 127, 129.
Chicle-Gummi 445.
Chigeitebutter 649.
Chinesischer Talg **666**.
Chios-Mastix 311.
Chios-Terpentin 256.
Chios-Terpentinöl 269.
Chiotischer Terpentin 225, 256.
chironji oil 642.
Chittagong-Kautschuk 448.
Chixé 97.
Chocalat du Gabon 674.
Choreabutter 671.
Cire de Balanophore 727.
Cire de figuier 725.
Cire de Raphia 715.

Coasso 477.
Coco-palm gum 142.
Cohuneöl 631.
Coir 7.
Cojon de Berraco 450.
Colocynth seed oil 652.
Colombia scraps 475.
Colophonia-Elemi 197.
Combee 231.
Common Turpentine 266.
Comuöl 631, 632.
Coorongit 454.
Copal 327.
Copal blanche de Loango 343.
Copal from the tree 334.
Copal rouge de Loango 343.
Copperah 660.
coprah desséchée 661.
Cortex Thymiamatis 401.
Cowdee 346.
Cowrie 346.
Crabbaum 676.
Crab wood 676.
Crêpes 469.
Cumbee 231.
Curaçaoaloe 563, 565.
Curcasöl 640.
Curcaswachs 701.
Cutch 606.

Damar 316.
Damar batu 227, 319.
Damar itam 327.
Damar kadjag 222.
Damar kaju kapur 228.
Damar Kandis 226.
Damar selan 327.
Dammar 198, 227, **316**.
Dammar alung 228.
Dammar, australischer 319.
Dammar Kedemut 227.
Dammar kloekoep 227.
Dammar, schwarzer 327.
Dammar tubang 227.
Dammara-Kopal 354.
Dammarharz 316.
Dammarlack 316.
Dapieho 466.
De-Votchi 654.
Dead-Borneo 482.
dessicated copra 661.
Dhoona 228.
ikabrot 674.
Dikafett 638, 662, 674.
Dikkamaly 231.
Dilo seeds 645.
Dipterocarpeenharze 326.
Distelöl 653.
Djavefett 650.
Djoelotoeng 444.
Djerjun 107.
Dombaöl 645.
Donde-Kautschuk 446.
Drachenblut 206, **417**.
Drachenblut, indisches 417, 420.
Drachenblut, kanarisches 421, 425.
Drachenblut, mexikanisches 421.
Drachenblut, ostindisches 417, 420.
Drachenblut, socotrinisches 421, 425.
Drachenblut, südamerikanisches 421.
Drachenblut,sumatranisches 425.
Drachenblut, westindisches 421.
Drachenblut in bacillis 423.
Drachenblut in Kuchen 418.
Drachenblut in Massen 418.
Drachenblut in Tränen 418.
Drachenblut von Socotra 421.
Dragoons Blood 417.
Droppinggum 615.
Duhnul-balasan 288.
Dukalli 500.
Dumar 316.
Dun 228.

Earth-nutoil 683.
Ebonit 489.
Edah 421.
Efeuharz 229.
Elaeococcaöl 694.
Ekanda 452.
Elemi 298.
Elemi, afrikanisches 197.
Elemi von Guayana 299.
Elemi von Mauritius 222.
Elemi von Mexiko 299.
Elemi von Ocumé 299.
Elemi von Rio 299.
Elemi von Uganda 298.
Elemi von Yucatan 299.
Elemi-Gruppe 197, 298.
Elemiharz 298.
Elemiöl 303.
Enkabangfett 647.
Enreikulavobalsam 295.
Erdnußöl 683.
Erdschellack 426, 427.
Essangöl 641.
Eukalyptusgummi 620.
Euphorbium 224.
Exile-oil 651.

Fabriköle 682.
Fadentragant 139.
Fadhili-Myrrhe 223.
Falli (Gummi) 114.
Färberdistel 697.
Färberknöterich 590.
Faux benjoin 229.
Federharze 152.
Felsenharz 319.
Feroniagummi 94, **124**.
Fettharze 179, 382.
Fichtenharz 275.
Fichtenharz, natürliches 275.
Fichtenharze 192.
Fichtensamenöl 630.
Fig wax 725.
Fingobary 447.
Fingomainty 447.
Firnis, trockener 315.
Firnissumach 721.
Flachswachs 701, 704.
Flakes 488.
Flakgummi 488.
flat topped Yate 615.
Flocken (Kautschuk) 488.
Föhrenharz 275.
Formosa-Kampfer 567.
Fulwabutter 649, 671, 674.

Galambutter 671.
Galam en sorte 112.
Galamgummi 110.
Galbanum 190, 230, **248**.
Galbanum in granis 250.
Galbanum in massis 250.
Galbanumöl 191.
Galepot 275.
Gambiakautschuk 446.
Gambiakino 615.
Gambir 609.
Gambir utan 610.

Gambir utang 610.
Gambogabutter 646.
Garapflanze 580.
Gardschanbalsam 294.
Gartenkressenöl 635.
Geddahgummi 105.
Gelb Benguellakopal 255.
Getah Borneo 448.
Getah Djelotong 449, 482.
Getah grip 448.
Getah Lahoë 725.
Getah muntah 494.
Getah pertcha 490.
Getah soesoe 448.
Gezengebin 136.
Ghati 116.
Ghatti 116.
Gheebutter 671, 674.
Ghittaiemon 240.
Gingelyöl 690.
Glaskopal 345.
Glastum (Isatis) 601.
Gloriaharz 265.
Goabutter 646.
Goma de cardón 97.
Goma de caro 92.
Goma de cedro 95.
Goma de cujé 90.
Goma de cujé yaque 126.
Goma de Guamacho 97.
Goma de Guancaste 92.
Goma de jobo 95.
Goma de orore 92.
Goma de tiamo 90.
Goma de tuna 97.
Gomartharz 299.
Gomma Copal amarella 344.
Gomma Copal bianca 344.
Gomma Copal picada 344.
Gomma Copal vermellia 344.
Gomme Adragante 130.
Gomme blanche 110.
Gomme blonde 111.
Gomme boules 112.
Gomme d'acajou 125.
Gomme de ben-ailé 148.
Gomme de coco 142.
Gomme de Galam 109.
Gomme de M'heppe 97.
Gomme du bas du fleuve 109.
Gomme du bas du fleuve en sorte 112.
Gomme du haute du fleuve 109.
Gomme du pays 127.
Gomme fabrique 112.
Gomme friable 110.
Gomme goutte 232.
Gomme gros grabeaux 112.
Gomme menus grabeaux 113.
Gomme moyens grabeaux 112.
Gomme ou Salabreda 110.
Gomme ou Salabreda en sorte 112.
Gomme petite blanche 111.
Gomme petite blonde 111.
Gomme poussière grabeaux 113.
Gomme vermicellée 111.
Gondangwachs 708, **724**.
Graines d'Argan 650.
Graines de Paripous 631.
Grand Bassam-Kautschuk 439.
Grasbaumgummi 426.
Grass-tree gum 426.
Greegum 615.
Greygum 615.
Grigi (Harz) 228.
Guaiacum Resin 371.
Guajak in Körnern 372.
Guajak in Massen 372.
Guajakharz 200, 371.
Guajakharz von Peru 376.
Guatemalaindigo 598.
Guayaquilkautschuk 439.
Guayaquil strips 475.
Guayule-Kautschuk 453, 477.
Gulai prima 527.
Gulai secunda 527.
Gum Benjamin 408.
Gum lac 377.
Gummi, arabisches 91, 99, **102.**
Gummi, australisches 90, **117**.
Gummi, marokkanisches 108.
Gummi nostras 127.
Gummi, ostindisches 69, **116**.
Gummi, ostindisches, echtes 124.
Gummi, pathologisches 52.
Gummi, physiologisches 52.
Gummi Tragacantha 130.
Gummi, tunesisches 119.
Gummiarten 51.
Gummiarten, deutschafrikanische 113.
Gummigutt 159, 189, **232**.
Gummiharze 152, 159.
Gummilack 201, 205, 206, **376**.
Gummilack von Madagaskar 381.
Gummi-resina Ammoniacum 252.
Gummi-resina Hederae 229.
Gummi-resina Opoponax 230.
Gumtrop 615.
Gundaberosa 221.
Gurgifett 646.
Gurjunbalsam 196, 293, **294**, 695.
Gurjunbalsamöl 296.
Gutta Girek 496.
Guttapercha 444, 445, **490**, 526.
Guttapercha, falsche 445.
Guttapercha, grüne 495.
Guttapercha, rohe 494.
Guttapercha, rote 495.
Guttapercha, Gewinnung 492.
Guttapercha, Verwendung 496.
Guttapercha-Surrogate 497.
Gutta shee 445.
Gutta taban oder tuban 496.
Gutti 232.

Haari tapau 142.
Haaröl 636.
Hadramaut-Myrrhe 223.
Haferöl 631.
Hahnenkamm 633.
Halbharze 152.
Hanföl 628, 633, 693.
Hangkang 444.
Hartharze 152.
Hartkautschuk 489.
Hartriegelöl 649.
Harz, gemeines 275.
Harz, pathologisches 168.
Harz, physiologisches 168.
Harze 151.
Harze, gewöhnliche 152.
Harzessenz 281, 286.

Harzleim 285.
Harzöle 281.
Haselnußöl 632.
Hederichöl 635, 686.
Hedwigbalsam 223.
Herandrana à Analamazaotra 451.
Hickorynüsse 632.
Hickoryöl 632.
Hing-Asa 245.
Hog-gum 226.
Höllenöle 682.
Holzöl 294, 640, 693, **694**.
Holzöl, chinesisches 694.
Holzöl, indisches 695.
Holzöl, japanisches 695.
Hondangwachs 702.
Hondurasbalsam 406.
Hondurasbalsam, dunkler 407.
Hondurasbalsam, heller 407.
Hornmohnöl 635.
Hotai 223.
Huayle 477.
Huemega 441.
Huile amère 644.
Huile blanche 696.
Huile d'Arachide 683.
Huile de Canari 639.
Huile de Cornoullier 649.
Huile de fabrique 696.
Huile de julienne 635.
Huile de marmotte 636.
Huile de Maryosa 639.
Huile de Néon de Senegal 636.
Huile de noix d'Inkambanc 652.
Huile de noix de Sawarri **644**.
Huile de Piquia 645.
Huile de pistache de terre 683.
Huile de rabat 683, 691.
Huile de sèsame 691.
Huile de Siringa du Bresil 641.
Huile de toi 651.
Huile russe 696.
Hyawagummi 304.
Hymenaea-Kopal 354.

Icacoöl 636.
Ici ia Chixé 97.
Idah 421.
Illipebutter 671.
Illipeöl 673.
Illurinbalsam 293, 295.
Illurinkopaivabalsam 196, 293.
Incienso de los criollos 231.
Indian Gum arabic 117.
Indian Mustard oil 635.
Indian sheets 475.
Indigo 575.
Indigo, Anwendung 599.
Indigo, Geschichte 600.
Indigo, Gewinnung 585.
Indigo, Handelsware 597.
Indigo, Nachweis in der Pflanze **581**.
Indigo, physikalisch-mikroskopisch-chemische Charakteristik 590.
Indigo, ägyptischer 598.
Indigo, amerikanischer 598.
Indigo, brasilianischer 599.
Indigo, fleckiger 597.
Indigo, gebänderter 597.
Indigo, havarierter 597.
Indigo, künstlicher 596.
Indigo, sandiger 597.
Indigo, synthetischer 596.
Indigo, verbrannter 597.
Indigo, windbrüchiger 597.
Indigo von Isle de France 598.
Indigo vom Senegal 599.
Indicum 600.
Indragiri-Gambir 611.
Ingaöl 637.
Inhambanekopal 338.
Irvingiafette 638, **674**.
Isanoöl 650.
Island Rubber 472.
Ispahan-Opium 551.
Itauba 441.
Ituri 441.

Jaffarabadaloe 563.
Jaguareté 442.
Jalappaharz 231.
Japanischer Lack 363.
Japanwachs 662, 708, **721**, 723.
Java almond oil 639.
Java-Mandelöl 639.
Javaolivenöl 644.
Javaindigo 598.
Javakautschuk 439.
Jelutong-Gummi 482.
Jelutongkautschuk 482.
Jenkayaöl 630.
Jequié-Kautschuk 442.
Jeserai 441.
Jungfernkautschuk, weißer 475.
Jungfernöl 680.
Juraterpentin 192, 273.
Jy-chee-öil 641.

Kadamöl 653.
Kadjai 479.
Kaffeebohnenöl 652.
Kagawachs 703.
Kagnébutter 646.
Kakaobutter 662.
Kakaofett 644, **662**.
Kalabafett 646.
Kalkuttakopal 355.
Kaltlack 363.
Kamerunkopal 222, 345.
Kampfer 567.
Kampfer, Anwendung 572.
Kampfer, Chemie 572.
Kampfer, Gewinnung 568.
Kampfer, chinesischer 567.
Kampfer, gewöhnlicher 567.
Kampfer, japanischer 567.
Kampfer, künstlicher 572.
Kampferöl 570.
Kampferöl, blaues 571.
Kampferöl, leichtes 571.
Kampferöl, rotes 571.
Kampferöl, schweres 571.
Kampferöl, weißes 571.
Kanadabalsam 192, 266, 272.
Kanyabutter 646.
Kanyébutter 646.
Kanyinoil 295.
Kapaloe 562, 565.
Kapbeerenwachs 717.
Kapgummi 119.
Kapoköl 644.
Karaman 139.
Kardamomöl 647.
Karet 479.
Karitébutter 671.
Karolinaindigo 599.
Kartoffelgummi 443.
Karyokaröl 645.
Kassai-Kautschuk 446.
Kastoröl 685.

Kat jadikai 616.
Katapaöl 649.
Katechu 604.
Katechu, blasses indisches 605.
Ka-tel 288.
Kath 605.
Katianufett 650.
Kauharz 225, 284, 309.
Kauri-Busch-Kopal 356.
Kauriestaub 347.
Kauriharz 346.
Kaurikopal 199, 319, 346, 354.
Kautschuk **462**, 500.
Kautschuk-Biskuit 472.
Kautschuk, Gewinnung 466.
Kautschuk, indischer 481.
Kautschuk, künstlicher 490.
Kautschuk, mikroskopisches Verhalten 537.
Kautschuk, physikalische u. chemische Eigenschaften 500.
Kautschuk, regenerierter 490.
Kautschuk, Verwendung 489.
Kautschukbaumöl 641.
Kautschukgruppe 437.
Kautschuksurrogat 490.
Kayaöl 630.
Kelakkifett 650, 671.
Ketira, Kettira 138, 148.
Ketiauöl 650, 671.
Khadirasara 605.
Khersal 605.
Khoheil 421.
Khusumbaum 377.
Kickxia-Kautschuk 451, 487.
Kidroa 452.
Kiefernsamenöl 630.
Kieselkopal von Sierra Leone 342.
Kinabari 425.
Kino 614.
Kino, australisches 621.
Kino, bengalisches 616.
Kino, flüssiges 617.
Kino occidentale 616.
Kino, orientalisches 616.
Kino, westafrikanisches 615.
Kino, westindisches 616.
Kino von Jamaika 616.
Kino von Kilossa 619.
Kirschgummi 89, **127**.
Kirschkernöl 636.
Kirschlorbeeröl 636.
Ki-shô-mi 365.
Ki-urushi 365, 366.
Klettenöl 653.
Kohlsaatöl 686, 687.
Kohombaöl 629.
Kokomba 452.
Kokosfett 662.
Kokosgummi 142.
Kokosnuß, grasgelbe 661.
Kokosnußfett 631, **659**.
Kokosöl 662.
Kokumbutter 646, 673.
Kolophia 286.
Kolophoniaelemi 301.
Kolophonium 278, 279.
Kolophonium, amerikanisches 192, 282.
Kolumbia-Kautschuk 475.
Kolzaöl 686, 687.
Kombobutter 634.
κομμι 123.
Kompitso 453.
Konakry-niggers 446.
Kongokopal 200, 345, 361.
Konimaharz 304.
Kopaivabalsam 195, 288.
Kopaivabalsam, afrikanischer 196, 291, 293.
Kopaivabalsam, bolivischer 290.
Kopaivaöl 291.
Kopal, brasilianischer 331.
Kopal, neukaledonischer 319.
Kopal, südamerikanischer 330.
Kopal, westindischer 328, 345.
Kopal von Angola 343.
Kopal von Gabon 343.
Kopal von Loango 343.
Kopal von Mozambique 338.
Kopal von Sierra Leone, junger 342.
Kopale 199, 327.
Kopale, deutschostafrikanische 339.
Kopale, ostafrikanische 333.
Kopale, südamerikanische 352.
Kopale, westafrikanische 340.
Kopalersatz 184, 285.
Kopalli 363.
Kopalliquahuitl 363.
Kopra 660.
Korallenbaum 637.
Kordofangummi 104.
Körnerlack 378.
Körnertragant 139.
Korungöl 638.
Kottonöl 692, 694, 695.
Krebaofett 647.
Kreolen-Weihrauch 231.
Krotonöl 640, 686.
Kuchengummigutt 235.
Kugelkopal von Lindi 339.
Kuhbaumwachs 702, **726**.
Kürbiskernöl 652, 686.
Kutera 138, **148**.
Kuteragummi 96, **138**.
Kutira 138.

Lac-dye 378.
Lack 377.
Lack, chinesischer 225.
Lack, japanischer 225, 363.
Lackharz 367, 377.
Ladanharz 229.
Ladanisterium 229.
Ladanum, Ladanumharz 229.
Lallemantiaöl 651, 693.
Laque en baton 377.
Laque plate 380.
Lasch Turpentine 264.
Lärchenterpentin 192, 265, 270.
— dicker 267.
— goldfeiner 267.
— unechter 267.
Laser 247.
Latex 454.
Laurineenkampfer 567, 573.
Leberaloe 562.
Leindotteröl 635, 686.
Leinöl 628, **693**, 699.
Lentiscusöl 642.
Lerler 107.
Lianenkautschuk 452, 484.
Lindikopal 339.
Liquidambarbalsam 407.
Lisombe 654.
Litinbistic 381.
Livery Aloes 562.
Lorbeerfett 627, 634.
Lorbeertalg 634.
Loriêt 265.

Luban 106.
Luban Mati 221.
Lump 481.

Mabosamen 636.
Macajabutter 632.
Macajaöl 632.
Madagaskar-Aloe 563.
Madagaskarkopal 328.
Madagaskar rose 446.
Madatia (Gummi) 93.
Madiaöl 653, 693.
Madrasindigo 599.
Mafuratalg 639.
Mafureira 639.
Magueygummi 142.
Magwende (Gummi) 91.
Mahavaahavana 450.
Mahwabutter 649, 671, 673.
Mainaharz 226.
Maisöl 630, 694.
Makassaröl 643.
Maki 440.
Malabarkino 618, 622.
Malabartalg 647, 667.
Malakkakautschuk 439.
Malletbaum 615.
Malukangbutter 640.
Malvaopium 547.
Mamalawa 440.
Mampa 500.
Manaos-Gummi 473.
Manaoskautschuk 441.
Mandelbenzoe 413.
Mandelöl 628, 636, 678, 684, 689.
Mandrianambo 447.
Mangabeira 449.
Mangabeira-Gummi 473.
Mani 226.
Manicoba 473.
Manil 226.
Manila-Elemi 197, 298.
Manilaindigo 599.
Manilakopal 199, 347, 354, 357, 358.
Manjongakautschuk 447, 449.
Mankettinüsse 641.
Marakaibo-Balsam 291, 292.
Marakaibokopaivabalsam 195.
Maranhamkopaivabalsam 196.
Maripafett 631.
Marmottöl 636.
Marrons, marrons rotis 112.
Marua (Gummi) 114.
Massai-niggers 446.
Mastiki 311.
Mastix 198, 304.
Mastix, amerikanischer 224, 309.
Mastix, grüner 309.
Mastix (Surrogat) 231.
Mauritius-Elemi 197.
Mavokely 452.
Mazer Wood 491.
Maziwa y a watuwawili 421.
Mé-Öl 671, 673.
Mekkabalsam 286.
Meliä-Öl 639.
Meni-fett 644.
Mesquitegummi 93, 126.
Micheliafett 633.
Milchsäfte, kautschukhaltige 454.
Mineralkautschuk 490.
Minjak Lagam 298.
Minjaktalg 650.
Minjaktjampaka 633.
Minjak-tangkawang 668.
Minyadotana 446.
Minyaksuria 650.
Miquitgummi 126.
Misquitgummi 126.
Mistelkautschuk 440, 460, 478.
Mkanifett 646.
Mkorga 638.
Moccha-Aloe 563.
Mogador-Gummi 69, 118.
Mohnöl 635, 684, 689, 693, 696.
Mohnöl, rotes 696.
Mohnöl, weißes 696.
Molléharz 224.
Mombas 484.
Moosgummi 489.
Morattifett 647.
Morgans Sierra Leone Blockkopal 363.
Moringagummi 88, 148.
Moussoli 139.
Mowrahbutter 649, 671, 673.
Mozambique-Kautschuk 446.
Mozambique blanc 446, 485.
Mozambique rouge 446, 485.
Mpaffu 222.
Mpingi 633.
Msoso 439.
M'ti Sandarusi 334.
Mudargummi 453.
Mumuye 98, 114.
Muritifett 632.
Muskatbutter 633, 662, 663.
Muskatbutter, amerikanische 664.
Muskatnuß, lange 634.
Muskatnüsse 624.
Muskatnüsse von Santa Fé 664.
Muskatöl, kalifornisches 630.
Mustagirumi 309.
Mutterharz 248.
Mutterkorn 630.
Myall 118.
Myoa-Kautschuk 451.
Myricawachs 702, 708, 717.
Myristicafette 662.
Myristica-Kino 617.
Myrobalanöl 649.
Myrrhe 223.
Myrrhe, afrikanische 223.
Myrrhe, arabische 223.
Myrtenwachs 717.
Myrtlewachs 717.

Nachlauföl 683.
Nachmühlenöle 682.
Narraskürbis 653.
Natalaloe 562.
Natalindigo 579.
Nazandrano 485.
Negerköpfe 473.
Negroheads 473.
Néonöl 636.
Ngai 574.
Ngaikampfer 574.
Niamfett 644.
Nickersamen 637.
Nicker seeds 637.
Nigeröl 653, 693, 698.
Nigrite 497.
Nilgummi 102.
Nimb oil 639.
Njatatalg 649, 671.
Njating-Mahabong 227.
Njating mata-pleppek 227.
Njating mata-poesa 227.
Njato of Njating 228.
Njatutalg 649, 671.

Njore-Njole 648, 649.
Nungubutter 671.
Nußöl 632, 685, 689, 693, **699**.
Nuttharz 426, 427.
Nyassa 446.

Oba 674.
Ochoconüsse 634,
Ocotilla 703.
Ocotillawachs 703.
Ocubarot 727.
Ocubawachs 702, 709, **726**.
Odollamfett 650.
Odyendyébutter 638.
Öle, nicht trocknende 628, 678.
Öle, schwach trocknende 629. 686.
Öle, trocknende 628, **693**.
Oleum amygdalarum 684.
Oleum infernale 640.
Oleum Palmae Christi 685.
Oliven 624, 679.
Olivenöl 628, 650, **678**, 689.
Ölnußfett 633, 662, **665**.
Opium 540.
Opium, Bewertung 552.
Opium, Chemie 550.
Opium, Geschichte 553.
Opium, ägyptisches 546.
Opium, böhmisches 552.
Opium, chinesisches 548.
Opium, französisches 552.
Opium, indisches 547.
Opium, japanisches 549.
Opium, nordamerikanisches 551.
Opium, persisches 546.
Opium, schlesisches 552.
Opium, türkisches 543.
Opium, württembergisches 552.
Opiumbrote 544.
Opiumpulver 544.
Oppobalsam siccum 388.
Oregonbalsam 266.
Oregon balsam of fir 266.
Oriente 443.
Otobafett 633, 662, **664**.
Owalaöl 637.

Paarden-fleesch 498.
Palaykautschuk 448, 452, 479.
Palmendrachenblut 206, 417.
Palmfett 624, 631, **653**.
Palmkernöl 658.
Palmwachs 701, **714**.
Palmyra gum **88**.
Panax gum 98.
Pao-pobre 643.
Papuamuskatnuß 634.
Para entrefin 472.
Para fin 472.
Para grossa 472.
Para Upriver 441.
Parabutter 632.
Paradiesnußöl 648.
Parakautschuk 441, 471.
Parakopaivabalsam 196, 293.
Paranüsse 648.
Paranußöl 648.
Parapalmöl 632.
Patnaopium 551.
Pea nut oil 683.
Pech, weißes 216.
Pech, weißes, russisches 280.
Pechgriffe 286.
Pegukatechu 606, 608.
Pekeafett 645.
Penang (Guttapercha) 527.
Penangbenzoe 414.
Penangkautschuk 439, 453.
Perillaöl 651.
Pernambucokautschuk 473.
Perseafett 635.
Perubalsam 202, **384**.
Perubalsam, falscher 406.
Perubalsam, schwarzer 387, 388.
Perubalsam, trockener 388.
Perubalsam, weißer 387, 388, 390.
Perugummi 150.
Pfirsichkernöl 636, 685.
Pflanzenfette 623.
Pflanzentalg, 666, 667.
Pflanzenwachs, javanisches 702, **725**.
Pflaumenkernöl 636.
Phulwarabutter 671.
Piauhy-Kautschuk 442.
Pichurimfett 627.
Pi-ieou (chin. Talg) 666.
Pi-yu (chin. Talg) 666.
Pine gum 312.
Pineytalg 667.
Piney tallow 667.
Pink rubber 485.
Pinkoeöl 641.
Pinnay Tun 645.
Piralahy 446.
Piripiri 449.
Pisangwachs 702, **724**.
Pistazienöl 642.
Pitjoengöl 648.
Plancha 472.
Polierheu 20.
Pommes du cayor 636.
Pontianaktalg 669.
Provenceröl 682.
Protium-Elemi 197, 301.
Prunoideengummi 89, **127**.
Pseudo-Mastix 98.
Pterocarpuskino 618.
puca siringa 441.
Purgierkernöl 641.

Radix Asphodeli 150.
Raky 311.
Ram-til 689.
Rambutantalg 642, 683.
Ranbutan tallow 642.
Rangoonkautschuk 439, 451.
Raphiawachs 701, 708, **715**.
Rapsöl 686.
Rasamala 402.
Realgar 315.
Red copal gum 344.
Redgum 615, 621.
reiabo 446.
Reisöl 631.
Repsöl 687.
Resedasamenöl 635.
resina 274.
Resina Benzoe 408.
Resina Copal 327.
Resina Dammar 316.
Resina de algarrobo 353.
Resina de Caraña 221.
Resina de mammey 226.
Resina de Mubafo 224.
Resina de paraman 226.
Resina de pinheira 215.
Resina Draconis 417.
Resina Elemi 298.
Resina Guajaci 371.
Resina Guajaci naturale 375.
Resina Guajaci peruviana aromatica 376.
Resina Labdanum 229.
Resina laccae 377.

Resina Ladanum 229.
Resina lutea novae Belgiae 431.
Resina pini 192, 279.
Resina pini, siebenbürgisches 192, 280.
Resina Sandaraca 312.
Resina Tolutana 392.
Résine de Gayac 371.
Résine hydraté 277.
Résine laque 377.
Résine mani en pairs 226.
Rettigöl 635.
Rhame 223.
Rio sheets 474.
Rizinusöl 640, 678, **685**.
rogkan 698.
Rohkampfer 568, 570, **571**.
Rohlack 364.
Röhrengummigutt 235.
Rollgummi 475.
Rose Dammar 228.
Roßkastanienöl 642.
Rot-Angolakopal 355.
Rotrapsöl 635.
Rottang 420.
rouge du Congo 446.
rouge du Kassai 446.
Roumindigo 581.
Rüböle 635, 686.
Rübsenöl 686.
Rustygum 615.

Safloröl 653, 693, **697**.
Sai-phong-tu 647.
Salemkopal 328, 336.
Salharz 227.
Samannöl 648.
Sandarach 312.
Sandarak 19, **312**.
Sandarak, afrikanischer 313.
Sandarak, australischer 315.
Sandarak, deutscher 217.
Sandaraque 312.
Sandarusi, gegrabener 335.
Sandarusi ya m'ti 334, 335.
Sand box tree oil 641.
Sang-Dragon 417.
Sangre de Drago 421.
Sanguis Draconis 417.
Sansibar-Aloe 563.
Sansibarkopal 199, 328, 337, 358.
Santos sheet 474.
Sao - Francisco - Kautschuk 442.
Sapindusträuen 216.
Sapiumfett 666, 667.
Sapotaceenfette 671.
Sapucayaöl 648.
Sarape 275.
Saravaktalg 669.
Sarcocolla 97.
Sareptaöl 688.
Satzöle 682.
Saulharz 227, 327.
Sawarrifett 644.
Scammonium 231.
Scharrharz 275.
Schellack 380.
Schellack, flüssiger 383.
Schellack, gebleichter 381.
Schellack, gesponnener 381.
Scheuerkraut 20.
Schiras-Opium 551.
Schmiermittel 281.
Schollengummigutt 235.
Schwammkürbisöl 652.
Schwarznußöl 632.
Schweinsbalsam 223.
Scrap 470.
Secuaöl 652.
Seed-lac 380.
Seifenbaumfett 642.
Semina Nhandirobae 652.
Senegalgummi 91, 99, **107**.
Senegalkautschuk 446.
Senf, schwarzer 688.
Senf, weißer 688.
Senföle 635, 686, **688**.
Senföl, indisches 688.
Sennaargummi 104.
Se-no-abura 722.
Seringa rana 443.
Seringeira verdodeira 441.
Seringeirana am Jurua 442.
Seringueira barriguda 441.
Seringueira boa 441.
Sernamby 473.
Sernamby von Cameta 442, 476.
Sesamkuchen 691.
Sesamöl 629, 652, 685, 686, **690**, 696.
Sesamöl, deutsches 692.
Sesamsaat 690.
Sesamseed (Tragant) 139.
Sheabutter 649, 671, **672**.
Sheets 469.
shellac 380.
Siak 527.
Siaktalg 649, 669, **671**.
Siambenzoe 205, 230, 414, 416.
Siejas 727.
Silkrubber von Lagos 451.
Silphion 247.
Sindoröl 298.
Singaporekautschuk 439.
Sioerfett 640.
Sobre saliente (Indigo) 598,
Sojabohnenöl 490, 638, 686, **689**, 695.
Sokotraaloe 565.
Sokotrina-Aloe 563, 565.
Somaligummi 106.
Sommerrapsöl 687.
Sommerrübsenöl 687.
Sonnenblumenöl 653, 693, **696**.
Sonoragummi 126.
Sont 103.
Souaributter 644.
Spanisches Rohr 420.
Speiseöl, feinstes 682.
Spindeln, spindles 485.
Spottedgum 615, 621.
Stangendrachenblut 418.
Stangenlack 378.
Staudtiabutter 634.
Stengeltragant 139.
Sticlac 377.
Stillingiaöl 666.
Stillingiatalg 666.
Stinkasant 240.
Stinkbaumöl 644.
Stocklack 377, 378.
Storax 203, **396**, 402.
Storax, amerikanischer 204, 405.
Storax, flüssiger 400.
Storax, gemeiner 400, **401**.
Storax, in Körnern 400, 401.
Storax calamitus 230, 400, 401.
Storax liquidus 400.
Storax officinalis 402.
Strophantusöl 651.
Styrax calamita 401.
Suakingummi 105.
Suguholz 365.

Sulfuröle 682.
Sumatrabenzoe 204, 414.
Sumatra-Guttapercha 529.
Sumatrakampfer 573.
Summatrakautschuk 439.
Sumgh (Gummi) 106.
Sumpfkopal 347.
Sunn 6.
Sunteitalg 649, 671.
Surinam-Guttapercha 497.
Surinamkopaivabalsam 293.
Suriëfett 650, 671.
Sweetgum 204, 405.
Szant 103.

Tabaksamenöl 651.
Tabonuco 222.
Tacamahac 226.
Tacamahac, ostindisches 226.
Tacamahaca-Elemi 197, 301.
Tacamahacfett 645.
Talandoha 447.
Talch 103.
Talg, chinesischer 624, 641, **666**.
Talg, vegetabilischer 666.
Tangkawangfett 650, 668.
Tannensamenöl 630.
Tapuru 442, 475.
Tarirfett 638.
Taroe 579.
Táu-Kian (Pfirsichgummi) 89.
Teesamenöl 645, 695.
Teglamfett 647, 668.
Térébenthine commune 266.
Térébenthine de Venise 264.
Terebinthina argentoratensis 265.
Terebinthina canadensis 266.
Terebinthina communis 266.
Terebinthina veneta 264.
Terpentin 256, 694.
Terpentin, chiotischer 225.
Terpentin, gekochter 277.
Terpentin, gemeiner 266.
Terpentin, japanischer 192, 274.
Terpentin, karpathischer 263, 264.
Terpentin, nordamerikanischer 274.
Terpentin, österreichischer 271.
Terpentin von Pinus halepensis 192.
Terpentin, Straßburger 192, 265, 272.
Terpentin, venetianischer 263, 264.
Terpentin, zyprischer 225.
Terpentine 192.
Terpentinkampfer 572.
Terpentinöl, russisches 269.
Teufelsdreck 240.
Thimbles 485.
Tinakautschuk 440. 479.
Tjipetir 527.
Tilöl 690.
Togomandeln 649.
Tolubalsam 203, 392.
Tonkabohnen 616, 637.
Tournantöle 682.
Trachylobium-Kopal 354.
Tragacanth 130.
Tragacantha 130.
Tragacantha vermicularis 135.
Tragant 94, **130**.
Tragant von Morea 138.
Tragant, afrikanischer 141.
Tragant, griechischer 130.
Tragant, indischer 138.
Tragant, persischer 138.
Tragant, syrischer 138.
Traubenkernöl 643.
Trocknende Öle 693.
Tschandu 548.
Tsubakiöl 645.
Tucum oil 658.
Tuggkada 284.
Tulucunafett 676.
Tulucunaöl 676.
Tulurufett 632.
Tungöl 694.
Tungöl, schwarzes 694.
Tungöl, weißes 694.
Tusamharz 327.

Überwallungsharz 170, 194, 276.
— d. Fichte 194, 276, 284.
— d. Lärche 195, 276, 284.
— d. Schwarzföhre 194, 283.
Ucuhubafett 664.
Udilo seeds 645.
Uganda-Aloe 563, 565.
Uganda-Kautschuk 447.
Ujamplungöl 645.
Umiri 222.
Unreife Mossambik 484.
Upriver 473.
Urucabafett 664.
Urushi 364.
Urushi no-ki 364.

Vateriatalg 625, 647, **667**.
Vattata mara 224.
Vegetabilisches Wachs 700.
Velores (Indigo) 598.
Venezuelakopaivabalsam 195.
Vermicelli 139.
vernix 315.
Virolafett 633, 662, **665**.
Virolatalg 666.
Vitreous aloes 562.

Wacholderharz 217.
Wachs, japanisches 703, **721**.
Wachs, vegetabilisches 700, 725.
Wachs, chemische Zusammensetzung 707.
Wachs, mikroskopische Charakteristik 708.
Wachs, physikalische Charakteristik 707.
Waid 578, **601**.
Waldgambir 610.
Waldweihrauch 275, 277.
Wasserharz 277.
Wattle gum 117.
Wauöl 635.
Weepinggum 615.
Weichharze 152.
Weihrauchrinde 401.
Weiß-Benguellakopal 355.
Weißföhrenharz 275.
Weißharz 277.
Whitish copal gum 344.
Winterrapsöl 687.
Winterrübsenöl 687.
Wood-oil 294.
Wordi 107.
Worms 469.
Wurstkautschuk, weißer 442.

Wurzelkautschuk 446, 486.
Wurzelpech 275, 276.

Xanthorrhoea-Harze 207, 426.
Xanthorrhoeaharz, westindisches 433.

Yegaar 221.
Ye-Goma 722.
Yellow copal gum 344.
Yemen-Myrrhe 223.
Yorkgum 615.
Yoruba-Indigo 580.
Yucatan-Elemi 197.

Zachunöl 638.
Zapis 467.
Zedernußöl 630.
Zedrachöl 639.
Zeradiaharz 232.
Zirbelnüsse 630.
Zuckerrohrwachs 708.
Zyprischer Terpentin 225.

III. Register der systematischen Pflanzennamen.

Abies balsamea Mill. 216, 257, 264, 266.
Abies balsamifera Mich. 216.
Abies canadensis Mich. 216, 266, 272.
Abies Douglasii Lindl. 216.
Abies mucronata Rafin. 216.
Abies pectinata DC. 216, 257, 272, 630.
Abies sibirica Ledeb. 216.
Acacia abyssinica Hochst. 89, 103.
Acacia Adansonii Guill. et Perrott. 89.
Acacia albida DC. 89, 108, 114, 119.
Acacia Angico Mart. 89.
Acacia arabica Willd. 90, 100, 116, 220, 377.
Acacia campylacantha Hochst. 604.
Acacia Catechu Willd. 2, 90, 116, 604.
Acacia dealbata Link 90, 118.
Acacia decurrens Willd. 90, 118.
Acacia dulcis Willd. 93.
Acacia Ehrenbergiana Hayne 90, 103.
Acacia erioloba Willd. 90, 114.
Acacia erubescens 119.
Acacia etbaica 119.
Acacia Farnesiana Willd. 90, 116.
Acacia ferruginea DC. 90, 116.
Acacia fistula Schweinf. 90, 103.
Acacia Giraffae Burch. 90, 103, 114, 119.
Acacia glaucophylla Steud. 90, 103, 108.
Acacia gummifera Willd. 90, 118.
Acacia homalophylla Cunn. 90, 118.
Acacia horrida Willd. 90, 114, 115, 118, 119.
Acacia Karoo Hayne 90, 119.
Acacia Kirkii Oliv. 90, 114, 115.
Acacia Lebbek Willd. 220.
Acacia leukophloea Willd. 90.
Acacia micrantha 90.
Acacia mollissima Willd. 90, 118.
Acacia Neboued Guill. 90, 108.
Acacia nilotica Del. 90, 100, 103.
Acacia paniculata Willd. 90.
Acacia pycnantha Benth. 90, 117.
Acacia reficiens W. et P. 90, 103.
Acacia retinoides Schlecht. 90, 118.
Acacia Senegal Willd. 84, 91.
Acacia Seyal Del. 91, 100, 103, 107.
Acacia spirocarpa Hochst. 91, 114.
Acacia stenocarpa Hochst. 91, 103, 114.
Acacia Suma Krag. 606.
Acacia Sundra Roxb. 91.
Acacia tortilis Hayne 91, 100.
Acacia usambarensis Taub. 91.
Acacia vera Willd. 90, 108.
Acacia Verek Guill. et Perrott 91, 100, 103, 104, 107, 108, 114.
Acacia verugera Schweinf. 91.
Acacia xanthophloea Benth. 91, 114.
Acanthosicyos horrida Welw. 653.
Achras mammosa L. 445.
Achras Sapota L. 445, 497.
Acrocomia sclerocarpa Mart. 632.
Actinella Cooperi A. Gr. 453.
Adansonia digitata L. 96.
Adenanthera pavonina L. 93, 637.
Adenostemma tinctorium Cass. 581.
Adenostemma viscosum Faust 581.
Aesculus Hippocastanum L. 642.
Agathis Dammara Rich. 317.
Agathis loranthifolia Salisb. 317.
Albizzia amara Boiv. 91.
Albizzia fastigiata Oliv. 92.
Albizzia Lebbek Benth. 92, 220, 377.
Alectryon excelsus Gärt. 643.
Aleurites cordata Müll. Arg. 660, 694.
Aleurites moluccana Willd. 640, 696.
Aleurites triloba Forst. 640.
Alfonsia oleifera Humb. 631.
Allamanda verticillata 581.
Allanblackia floribunda Oliv. 646.
Allanblackia Sacleuxii Hua. 646.
Allanblackia Stuhlmannii Engl. 646.
Allophyllus racemosus L. 642.
Aloë africana Mill. 557.
Aloë barbadensis Mill. 557.
Aloë chinensis Baker 557.
Aloë ferox Mill. 557.
Aloë Lingua Mill. 557.
Aloë Parryi Baker 557.
Aloë plicatilis Mill. 557.

Aloë socotrina Lam. 557.
Aloë spicata L. 557.
Aloë vera L. 557.
Aloë vulgaris Lam. 557.
Alstonia constricta F. v. M. 449.
Alstonia costulata Miq. 449.
Alstonia Dürckheimiana 449.
Alstonia eximia Miq. 449, 482.
Alstonia grandifolia Miq. 449.
Alstonia plumosa var. villosa Seem. 449.
Alstonia scholaris R. Ba. 449, 581.
Altingia excelsa Noran. 218, 401.
Ambelania acida Aubl. 500.
Ampelopsis hederacea Mich. 619.
Amygdalus communis L. 636.
Amygdalus leiocladus Boiss. 89, 128.
Amygdalus spartioides Boiss. 89, 128.
Amyris ambrosiana L. 221.
Amyris gileadense L. 224.
Amyris Kataf Forsk. 223.
Amyris papyrifera Del. 220.
Amyris Plumieri DC. 222, 299.
Amyris zeylanica Retz 222.
Anacardium humile St. Hil. 95.
Anacardium nanum Jacq. 95.
Anacardium occidentale L. 95, 125, 642.
Angophora cordifolia Cav. 617.
Angophora intermedia DC. 617.
Angophora lanceolata Cav. 617.
Angophora subvelutina f. Muell. 617.
Angophora Woodsiana Bail. 617.
Anogeissus latifolia Wallich 98, 116, 117.
Antiaris toxicaria Leschenault 458.
Aquilaria Agolocha Roxb. 228.
Aquilaria malaccensis Lam. 228.
Arachis hypogaea L. 637, 683.
Aralia papyrifera 20.
Araucaria brasiliana Lamb. 215.
Araucaria Cookii R. Br. 215.
Araucaria excelsa R. Br. 215.
Araucaria intermedia Vieill. 215.
Arctium Lappa L. 653.
Areca Catechu L. 493, 604.
Argania Sideroxylon Roem. et Schult. 650.
Armeniaca vulgaris Lamb. 89.
Artocarpus incisa Forst. 438.
Artocarpus integrifolia L. fils 327, 438.
Asclepias Cornuti Desv. 438.
Asclepias stellifera Schlechter 452.
Asclepias tinctoria Roxb. 576.
Asclepias tingens Roxb. 576.
Asperula odorata L. 356.
Asphodelus albus Mill. 150.
Asphodelus fistulosus L. 150.
Asphodelus microcarpus Vic. 150.
Asphodelus ramosus L. 150.
Astragalus adscendens Boiss. et Haussk. 94, 131.
Astragalus brachycalyx Fischer 94, 131.
Astragalus chartostegius Boiss. et Haussk. 136.
Astragalus creticus Lam. 94, 131, 134.
Astragalus cylleneus Boiss. et Heldr. 94, 130, 131.
Astragalus gummifer Labill. 94, 131.
Astragalus heratensis Bunge 94, 131.
Astragalus kurdicus Boiss. 94, 131.
Astragalus leiocladus Boiss. 94, 131.
Astragalus microcephalus Willd. 94, 131.
Astragalus Parnassii Boiss. var. cylleneus 94.
Astragalus pycnocladus Boiss. et Haussk. 94, 131.
Astragalus strobiliferus Boyle 94, 131.
Astragalus stromatodes Bunge 94, 131.
Astragalus verus Oliv. 94, 131.
Astrocaryum vulgare Mart. 626, 658.
Atractylis gummifera L. 98, 311.
Atropa Belladonna L. 651.
Attalea Cohune Mart. 631.
Attalea excelsa Mart. 631.
Attalea Maripa Aubl. 631.
Attalea spectabilis 631.
Avena sativa L. 631.
Azadirachta indica Juss. 639.
Azorella caespitosa Cav. 230.
Azorella gummifera Poir. 230.

Baccharis confertifolia Colla 704.
Bacterium Acaciae 87.
Bactris gasipaes Kunth 631.
Bactris minor Gärtn. 632.
Bactris Plumeriana Mart. 631.
Balanites aegyptiaca Delile 638.
Balanophora elongata Bl. 702, 727.
Balsamodendron africanum Arn. 223.
Balsamodendron ceylanicum Kunth 222.
Balsamodendron Ehrenbergianum Berg. 223.
Balsamodendron gileadense Kunth 224, 286.
Balsamodendron Mukul Engl. 223.
Balsamodendron Myrrha Nees 223.
Balsamodendron Oppobalsam Kunth 223.
Balsamodendron Playfairi Hook. fil. 223.
Balsamodendron Roxburghii Arn. 223.
Balsamodendron Schimperi O. Berg 223.
Balsamodendron simplicifolia Schweinf. 223.

Baptisia tinctoria R. Br. 580.
Barringtonia racemosa L. 648.
Barringtonia speciosa L. 648.
Bassia butyracea Roxb. 671.
Bassia Curtisii King et Gamble 444.
Bassia longifolia L. 671.
Bassia malaccensis King et Gamble 444.
Bassia Motleyana King et Gamble 444.
Bauhinia candida Roxb. 637.
Bauhina variegata L. 637.
Benincasa cerifera Savi 701.
Benzoin officinale Hayne 230, 408.
Berlinia Eminii Taub. 93, 616.
Bertholletia excelsa Humb. 472, 648.
Bertholletia nobilis Miers 648.
Betula alba L. 218.
Betula pubescens Ehrh. 218.
Betula verrucosa Ehrh. 218.
Bignonia sp. 576, 581.
Bleekrodia tonkinensis Dub. et Eberh. 438.
Blumea balsamifera DC. 574.
Bolax aretaoides Willd. 230.
Bolax gummifera Spreng. 230.
Bombax grandiflorum Sonner. 97.
Bombax malabaricum DC. 96, 617, 644.
Bombax pentandrum L. 96.
Borassus flabelliformis L. 88.
Boswellia Ameero Balf. 221.
Boswellia Bhau-Dajiana Birdwood 221.
Boswellia Carteri Birdwood 221.
Boswellia floribunda Royle 220.
Boswellia Frereana Richard 221.
Boswellia glabra Roxb. 221.
Boswellia neglecta Moore 221.
Boswellia papyrifera Hochst. 221.
Boswellia serrata Stockhouse 221.
Boswellia thurifera Colebr. 221.
Bousigonia tonkinensis Ph. Eberh. 452.
Brassica campestris L. 635, 686, 687.
Brassica juncea DC. 635.
Brassica juncea Koch 688.
Brassica Napus 635, 686.
Brassica Napus annua Koch 687.
Brassica Napus oleifera DC. 687.
Brassica nigra Koch 635, 688.
Brassica Rapa L. 635, 686.
Brassica Rapa annua Koch 687.
Brassica Rapa oleifera DC. 687.
Brosimum galactodendron Don. 439, 702, 726.
Broussonetia papyrifera 366.
Bruguiera gymnorrhiza Lam. 608.
Buchanania latifolia Roxb. 642.
Bursera acuminata Willd. 222.
Bursera balsamifera Pers. 223.
Bursera gummifera L. 222, 299.
Bursera paniculata Lamb. 222.
Butea frondosa Roxb. 220, 377, 616, 622, 638.
Butea parviflora Roxb. 616, 622.
Butea superba Roxb. 616, 622.
Butyrospermum Parkii Kotschy 445, 497, 649. 671,

Cactus opuntia L. subinermis 97.
Caesalpinia Bonducella Roxb. 637.
Caesalpinia praecox Ruiz et Pav. 93.
Calamus Draco Willd. 217, 418, 419.
Calanthe veratrifolia R. Br. 576, 577.
Calanthe vestita Rehb. 576, 577.
Callitris calcarata R. Br. 217, 313.
Callitris columellaris F. Muell. 217, 313.
Callitris cupressiformis Vent. 217, 313.
Callitris Macleyana F. Muell. 217, 313.
Callitris Muelleri Benth. et Hook 217.
Callitris Parlatorei F. Muell. 217, 313.
Callitris Preissii Miq. 217, 312.
Callitris quadrivalvis Vent. 217, 312.
Callitris robusta R. Br. 217, 313.
Callitris verrucosa R. Br. 217, 313.
Calonyction speciosum Choisy 476.
Calophyllum Calaba Jaq. 646.
Calophyllum Inophyllum L. 226, 645.
Calophyllum longifolium Humb. et Bonpl. 226.
Calophyllum Tacamahaca Willd. 226.
Calotropis gigantea R. Br. 453, 491.
Calotropis procera R. Br. 453, 491.
Cambogia Gutta Lindl. 226.
Camelina sativa Fr. 635.
Camellia drupifera Lour. 645.
Camellia japonica L. 645.
Camellia oleifera Bot. Reg. 645.
Camphora officinarum E. G. Nees 567.
Canarium album Bonp. 222.
Canarium commune L. 222, 301, 639.
Canarium decumanum Rumph. 639.
Canarium legitimum Miq. 222, 327.
Canarium Mansfeldianum Engl. 222.
Canarium oleosum Engl. 639.
Canarium paniculatum Benth. 222.
Canarium polyphyllum K. Schum 639.
Canarium rostratum Zipp. 222, 327.
Canarium Schweinfurthii Engl. 222, 639.
Canarium sp. 222.
Canarium strictum Roxb. 221, 327.
Cannabis sativa L. 633.

Carapa guyanensis Aubl. 639, 676.
Carapa moluccensis Lamb. 639, 677.
Carapa procera DC. 639, 676.
Carapa Touloucouna Guill. et Perr. 639, 676.
Carlina gummifera Less. 231.
Carpodinus chylorrhiza K. Sch. 448, 486.
Carpodinus flavidiflorus K. Srh. 448.
Carpodinus gracilis Stapf 448, 486.
Carpodinus hirsutus Chev. 449.
Carpodinus Jumellii Pierre 449.
Carpodinus Kilimandjarica Warb. 448.
Carpodinus lanceolatus K. Sch. 448.
Carpodinus Landolphioides Stapf, 447, 449.
Carpodinus maximus Kilch. 449.
Carpodinus utilis Chev. 449.
Carruthersia scandens Seem. 451.
Carthamus tinctorius L. 653, 697.
Carya alba Michaux 632.
Carya illinoënsis Nutt. 632.
Carya olivaeformis Nutt. 632.
Caryocar brasiliensis Cuv. 645.
Caryocar tomentosum Cuv. 644.
Cassia Fistula L. 93.
Cassuvium pomiferum Lam. 95.
Castilloa australis Hemsl. 439.
Castilloa elastica Cerv. 438, 457, 476.
Castilloa Tunu Hemsl. 439.
Castilloa Ulei Warb. 439, 476.
Cathartocarpus Fistula Pers. 93.
Cavanilla tuberculata Kost. 88.
Cecropia palmata Willd. 440.
Cecropia peltata L. 440.
Cedrela odorata L. 95.
Cedrela Toana Roxb. 95.
Ceiba pentandra Gärt. 644.
Celosia cristata L. 633.
Cephalotaxus drupacea Sieb. et Zucc. 630.
Ceradia furcata Rich. 232.
Ceratopetalum apetalum Don. 617.
Ceratopetalum gummiferum Sm. 617.
Cerbera Odollam Gaertn. 450, 650.
Cerbera Tanghinia Hook. 650.
Cerbera Thevetia L. 651.
Cereus sp. 97.
Ceroxylon andicola Humb. et Bon. 701.
Chamaedorea Schiedeana Mart. 701.
Chelidonium glaucium L. 635.
Chilocarpus enervis Hk. f. 448.
Chonemorpha macrophylla Don. 452, 479.
Chrysobalanus Icaco L. 636.
Cichorium 438.
Cinnamomum Camphora Nees et Eberm. 567.
Cinnamomum Cassia 401.
Cinnamomum pedunculatum N. ab E. 703.
Cinnamomum zeylanicum 401.
Cistus creticus L. 228.
Cistus cyprius Lam. 228.
Cistus ladaniferus L. 228.
Citrullus colocynthis Schrad. 652.
Citrullus naudinianus Hook. 652.
Clarisia bifolia R. et P. 438.
Clarisia racemosa R. et P. 438.
Clasterosporium carpophilium (Lév.) Aderh. 86.
Claviceps purpurea Tul. 630.
Clitandra Arnoldiana de Willd. 447.
Clitandra cirrhosa Radl. 447.
Clitandra elastica Chev. 448.
Clitandra eugenifolia Chev. 448.
Clitandra flavidiflora Hall. f. 448.
Clitandra kilimandjarica Warb. 447.
Clitandra laurifolia Chev. 448.
Clitandra Nzunde de Willd. 448.
Clitandra orientalis K. Sch. 447.
Coccoloba uvifera Jacq. 616.
Cochlospermum gossypium DC. 81, 97, 148.
Cocos butyracea L. 631.
Cocos nucifera L. 7, 88, 631, 651.
Coelocaryum cuneatum Warb. 634.
Coelocaryum Preussii Warb. 634.
Coffea arabica 652.
Cola acuminata Schott. et Endl. 644.
Colophonia Mauritiana 301.
Colpoon compressum Berg. 612.
Combretum butyrosum Tul. 649.
Combretum Hartmannianum Schweinf. 98.
Combretum sp. 98.
Commiphora abyssinica Engl. 223.
Commiphora africana Engl. 224.
Commiphora Erythraeum Engl. 224.
Commiphora Myrrha Engl. 223.
Commiphora Opobalsam Engl. 224, 286.
Commiphora Schimperi O. Berg 223.
Convolvulus officinalis Pellet. 231.
Convolvulus Purga Wend. 231.
Convolvulus scammonia L. 231.
Copaiba conjugata O. Kuntze 219.
Copaiba copalifera Benth. et Hook. 219.
Copaiba Demeusii Harms. 219, 345.
Copaifera bijuga Hayne 219.
Copaifera copalifera Benth. et Hook. 219, 346.
Copaifera cordifolia Hayne 219.
Copaifera coriacea Mart. 219.
Copaifera Demeusii Harms. 219, 288, 343.

Copaifera Gorskiana Benth. 219, 339.
Copaifera Guyanensis Desv. 219, 288.
Copaifera Jacquinii Desv. 219, 288.
Copaifera Jussieui Hayne 219.
Copaifera Langsdorfii Desv. 219, 288.
Copaifera laxa Hayne 219.
Copaifera Martii Hayne 219.
Copaifera Mopane J. Kirk. 339.
Copaifera multijuga Hayne 219, 288.
Copaifera nitida Mart. 219.
Copaifera oblongifolia Hayne 219, 288.
Copaifera officinalis 219.
Copaifera paupera L. 219, 291.
Copaifera rigida Benth. 219, 288.
Copaifera Sellowii Hayne 219.
Copernicia cerifera Mart. 701, 706, 710.
Cordia Rothii R. et Sch. 98.
Cordyline australis Endl. 417.
Cornus sanguinea L. 649.
Corylus Avellana L. 632.
Coryneum Beyerinckii Oudm. 86.
— gummiparum Oudm. 86.
Corypha cerifera Virey 701.
Cotyledon orbiculata L. 701.
Coula edulis Baik. 633.
Coumarouna odorata Aubl. 637.
Crescentia cucurbitina 387.
Crescentia Cujete L. 499.
Crotalaria Cunninghamii R. Br. 576, 580.
Crotalaria incana L. 576, 580.
Crotalaria juncea L. 6.
Crotalaria retusa L. 576, 580.
Crotalaria turgida Loisel. 576, 580.
Croton Draco Schlecht. 224, 421, 617.
Croton erythraeum Mart. 617.
Croton gossypifolius Humb. B. K. 224, 421.
Croton hibiscifolius Kunth 224, 421, 617.
Croton lacciferum L. 224, 377.
Croton moluccanum L. 640.
Croton polycarpum Benth. 617.
Croton Tiglium L. 617, 640.
Cryptomeria japonica 365.
Cryptostegia grandiflora R. Br. 452, 470.
Cryptostegia madagascariensis Boj. 452.
Cucurbita cerifera Fisch. 701.
Cucurbita Melo L. 652.
Cucurbita Pepo L. 652.
Cyanothyrsus sp. 341.
Cyclicodaphne Wightiana Nees. 634.
Cynanchum ovalifolium Wight. et Arn. 453.
Cynanchum viminale L. 231.
Cynometra racemosa Benth. 219.
Cynometra sessiliflora Harms 344.
Cynometra Spruceana Benth. 219.
Cyperus esculentus L. 623, 631.

Dacriodes hexandra Gris 222.
Daemonorops accendens Bl. 217, 420.
Daemonorops draco Mart. 217, 417.
Daemonorops Draconocellus Becc. 217, 420.
Daemonorops propinquus Becc. 217, 420.
Dalbergia arborea Roxb. 638.
Dalbergia monetaria L. 220.
Dammara alba Rumph. 215, 317, 348, 349.
Dammara australis Don. 215, 319, 346.
Dammara nigra Rumph. 215, 327.
Dammara orientalis Lam. 215, 317, 319, 349.
Dammara ovata Moore 215, 319, 347.
Dasylobus sp. 224.
Delima sarmentosa L. 20.
Derris Stuhlmanni Harms 616.
Deutzia scabra Thunb. 20.
Dichopsis Gutta Benth. et Hook. 491.
Dichopsis pustulata Hemsl. 444.
Dilodendron bipinnatum Radlk. 643.
Diploknema sebifera Pierre 650, 668.
Diplorhynchus mossambicensis Benth. 450.
Dipterocarpus alatus Roxb. 228, 294.
Dipterocarpus angustifolius Wight et Arn. 228, 294.
Dipterocarpus costatus Roxb. 228, 294.
Dipterocarpus eurhynchus Miq. 228, 294.
Dipterocarpus gracilis Blume 228, 294.
Dipterocarpus hispidus Thwait. 228, 294.
Dipterocarpus incanus Roxb. 228, 294.
Dipterocarpus indicus Bedd. 228, 294.
Dipterocarpus laevis Hamilt. 228, 294.
Dipterocarpus litoralis Blume 228, 294.
Dipterocarpus retusus Blume 228. 294.
Dipterocarpus Spanoghei Blume, 228.
Dipterocarpus trinervis Blume 228, 294.
Dipterocarpus tuberculatus Roxb. 606.
Dipterocarpus turbinatus Gärtn. 228, 294.
Dipterocarpus zeylanicus Thwait. 228, 294.
Dipteryx odorata 354, 616, 637.
Diserneston gummiferum Jaub. et Sp. 230.
Doona zeylanica Thw. 228.
Dorema ammoniacum Don. 230, 252.
Dracaena australis Hook. 417.
Dracaena Cinnabari Balf. 218, 421.
Dracaena Dracaenopsis Planch. 417.
Dracaena Draco L. 218, 421.
Dracaena obtecta Graham 414.
Dracaena Ombet Kotschy 218, 421.
Dracaena schizantha Backer 218, 421.
Dryandra vernicea Corr. 225.

Dryobalanops aromatica Gärtn. 573.
Dryobalanops camphora Colebr. 227. 573.
Dryobalanops sp. 228.
Dyera costulata Hook. f. 449, 482.
Dyera laxiflora Hook. f. 449, 482.
Dyera Lowii Hook. f. 449, 482.
Dyera Maingayi King et Gamble 449, 482.

Ecdysanthera micrantha DC. 450, 471.
Ecdysanthera pedunculosa Miq. 451.
Echinops viscosus DC. 98.
Echites religiosa T. et Bin. 576, 581.
Elaeocarpus copalliferus Retz. 227.
Elaeis butyracea Kunth 631.
Elaeis guineensis L. Jaq. 631, 653.
Elaeis melanococca Gärtn. 631, 653, 655.
Elaeococca cordata Bl. 225.
Elaeococca vernicea Juss. 225.
Elaphrium tomentosum Jaq. 224.
Elaphrium sp. 224.
Embryopteris gelatinofera G. Don. 595.
Encephalartos sp. 88.
Encephalartos caffer Miq. 88.
Encephalartos horridus Lehm. 88.
Entada scandens Benth. 637.
Engelhardtia palembanica Miq. 317.
Engelhardtia spicata Bl. 317.
Enterolobium cyclocarpum Gris. 92.
Enterolobium ellipticum Benth. 92.
Equisetum arvense, hiemale, limosum, litorale, palustre, Telmateja 20.
Eriodendron anfractuosum DC. 22, 644.
Eriodendron orientale 96.
Erythrina monosperma Lam. 616.
Eucalyptus amygdalina Labill. 615. 620.
Eucalyptus botryoides Sm. 615.
Eucalyptus calophylla R. Br. 615.
Eucalyptus citriodora Hook. 615, 620, 622.
Eucalyptus coriacea A. Cunn. 615.
Eucalyptus corymbosa Sm. 615, 620, 622.
Eucalyptus corynocalyx f. Muell. 615, 620.
Eucalyptus diversicolor f. Muell. 615.
Eucalyptus drepanophylla f. Muell. 615, 621.
Eucalyptus eximia Schan. 615.
Eucalyptus fabiorum Schlecht. 615, 620, 622.
Eucalyptus ficifolia f. Muell. 615.
Eucalyptus fissilis f. Muell. 615, 620.
Eucalyptus gigantea Hook. 615, 620, 622.
Eucalyptus globulus Labill. 615, 620.
Eucalyptus goniocalyx f. Muell. 615.
Eucalyptus haematosa Sm. 615.
Eucalyptus leucoxylon f. Muell. 615, 620.
Eucalyptus loxophleba Benth. 615.
Eucalyptus maculata Hook. 615, 620.
Eucalyptus megacarpa f. Muell. 615.
Eucalyptus melliodora A. Cunn. 615.
Eucalyptus obliqua Lhér. 615, 620.
Eucalyptus occidentalis Endl. 615.
Eucalyptus odorata Behr. 615.
Eucalyptus patens Benth. 615.
Eucalyptus pilularis Sm. 615, 620.
Eucalyptus piperita Sm. 615, 620.
Eucalyptus punctata DC. 615.
Eucalyptus resinifera Sm. 614.
Eucalyptus Ridsoni Hook. 615.
Eucalyptus robusta Sm. 615.
Eucalyptus rostratus Cav., Schlecht. 615, 620, 622.
Eucalyptus saligna Sm.
Eucalyptus stellulata Sieb. 615.
Eucalyptus viminalis Labill. 615, 620, 622.
Eucalyptus virgata Sieb. 615.
Eucommia ulmoides Oliv. 440.
Eupatorium indigoferum Parodi 581.
Eupatorium indigoferum Pohl 576.
Eupatorium laeve DC. 581.
Eupatorium lamiifolium H. et B. 581.
Eupatorium tinctorium 576, 581.
Euphorbia antiquorum L. 224, 443, 491.
Euphorbia Cacarasana Boiss. 443.
Euphorbia canariensis L. 224, 701.
Euphorbia caput medusa L. 701.
Euphorbia Cattimandao W. Elliot 456, 491.
Euphorbia Cyparissias L. 438, 456.
Euphorbia dracunculoides Lam. 641.
Euphorbia elastica Altam. et Rose 443.
Euphorbia fulva Stapf 443.
Euphorbia gregaria Marloth 458.
Euphorbia Intisy Drake del Castillo 443, 485.
Euphorbia lactiflua Phil. 443.
Euphorbia lanceolata Roxb. 641.
Euphorbia Lathyris L. 641.
Euphorbia nereifolia L. 443, 491.
Euphorbia officinarum L. 224.
Euphorbia Pirahazo Jum. 443.
Euphorbia platyphylla L. 456.
Euphorbia resinifera Berg 224, 456.
Euphorbia rhipsaloides Welw. 443.
Euphorbia stenoclada Baill. 703.
Euphorbia Tirucalli L. 443.
Euphorbia xylophylloides Brongn. 703.
Euphorbodendron fulvum Millesp. 443.
Eutacta Pancherii Carr. 215.
Euterpe globosa 499.

Euterpe oleracea Mart. 632.
Exoecaria biglandulosa Müll. Arg. 442,
Exoecaria Dallachyana Baill. 442.
Exoecaria gigantea Griseb. 442.
Exogonium Purga Benth. 231.

Fagus silvatica L. 633, 688.
Fereira spectabilis Fr. Mem. Lep. 220.
Feronia Elephantum Corr. 62, 95, 124.
Ferula alliacea Boiss. 245.
Ferula asa foetida L. 230.
Ferula erubescens Boiss. 229, 248.
Ferula foetida Regel 230.
Ferula foetidissima Reg. et Schmalh. 230.
Ferula galbaniflua Boiss. et Buhse 230, 248.
Ferula gummosa Boiss. 229.
Ferula Narthex Boiss. 230.
Ferula persica Willd. 230.
Ferula rubricaulis Boiss. 230, 248.
Ferula Schair Borsz. 229, 248.
Ferula Scorodosma Benth. et Hook. 230.
Ferula Szovitsiana DC. 229.
Ferula tingitana L. 230, 254.
Fevillea cordifolia L. 652.
Fevillea trilobata L. 652.
Ficus altissima Bl. 439.
Ficus annulata Bl. 439.
Ficus bengalensis L. 218, 377.
Ficus ceriflua Jungh. 702, 704, 725.
Ficus consociata Bl. 439.
Ficus Cunninghami Miq. 440.
Ficus dendrocida H. B. K. 440.
Ficus elastica 439, 455, 479. 480.
Ficus Holstii Warb. 439.
Ficus hypophaea Schlecht. 440.
Ficus indica Vahl. 218, 377, 439.
Ficus laccifera Roxb. 218, 377, 439.
Ficus macrophylla Desf. 440.
Ficus macrophylla Roxb. 439, 458.
Ficus magnoloides Borci 457.
Ficus myrtifolia Sieb. 440.
Ficus mysorensis 439.
Ficus obliqua Forst. fil. 440.
Ficus obtusifolia Bl. 439.
Ficus platyphylla Delile 439.
Ficus politoria Lour. 20.
Ficus populifolia Vahl 439.
Ficus populnea Willd. 440
Ficus Preussii Warb. 439.
Ficus prolixa Forst. 440.
Ficus Radula Willd. 440.
Ficus religiosa L. 218, 377, 439.
Ficus Ribes Reinw. 610.
Ficus Rigo Bailey 440.
Ficus Roxburghii 439.
Ficus rubiginosa Desf. 440.
Ficus Schlechteri Warb. 440.
Ficus silvestris 440.
Ficus Suphiana Schlecht. 440.
Ficus trachyphylla 439.
Ficus trichopoda Back. 439.
Ficus usambarensis Warb. 439.
Ficus Vogelii Miq. 439.
Ficus Vohsenii Warb. 439.
Flindersia maculosa F. v. Müll. 95.
Forsteronia floribunda DC. 452.
Forsteronia gracilis Müll. Arg. 452.
Fouquiera splendens Engelm. 703, 704.
Frenella Fontanesii Mirb. 217.
Frenella robusta Cunn. 217.
Funtumia elastica Stapf 451, 456, 487.

Galega tinctoria 576, 579.
Garcinia balansae Pierre 646.
Garcinia Cambogia Desr. 226, 233.
Garcinia cambogioides Royle 226, 233.
Garcinia cochinchinensis Chois. 226.
Garcinia collina Vieil. 226.
Garcinia elliptica Wall. 226.
Garcinia Gutta Wight. 226.
Garcinia Hanburyi Hook. 226, 233, 234.
Garcinia indica Chois. 646, 673.
Garcinia Morella Desr. 226, 232, 234, 646.
Garcinia Morella pedicellata 233.
Garcinia pictoria Roxb. 226, 233, 646.
Garcinia sp. 226.
Garcinia tonkinensis Vesque 646.
Garcinia travancorica Bedd. 226, 233.
Gardenia arborea Roxb. 231.
Gardenia Aubryi Vieil 231.
Gardenia gummifera S. fil. 231.
Gardenia inermis Dietr. 231.
Gardenia lucida Roxb. 231.
Gardenia Oudiepe Vieil 231.
Gardenia sulcata Gärtn. 231.
Gardenia sp. 186.
Glaucium luteum Serp. 635.
Glycine hispida Maxim. 638, 689.
Gorskia conjugata Bolle 219.
Gossypium herbaceum 644.
Guajacum officinale L. 220, 371.
Guajacum sanctum 371.
Guibourtia copallifera Benn. 219, 341, 342.
Guilielma speciosa Mart. 631.
Guizotia abyssinica Cass. 653, 698.
Gymnacranthera canarica Warb. 634.

Hancornia speciosa Müll. Arg. 449, 460, 474.
Hardwickia pinnata Roxb. 219, 294.
Hardwickia sp. 219.
Haronga madagascariensis Choisy 226.
Hebradendron gambogioides Grah. 226.
Hedera helix L. 229.
Hedwigia balsamifera Sw. 223.
Helianthus annuus L. 653, 696.
Heliconia farinosa Raddi 701.
Hemprichia Erythraea 224.
Hesperis matronalis 635.
Heudelotia africana Guill. et Per. 223.
Hevea Benthamiana Müll. Arg. 441.
Hevea brasiliensis Müll. Arg. 441, 454, 471, 641.
Hevea collina Hub. 441.
Hevea confusa Hemsl. 441.
Hevea discolor Müll. Arg. 441.
Hevea Foxii Huber 441.
Hevea guyanensis Aubl. 441, 454, 641.
Hevea lutea Müll. Arg. 441.
Hevea nigra Ule 441.
Hevea paludosa Ule 441.
Hevea pauciflora Müll. Arg. 441.
Hevea peruviana Aubl. 441.
Hevea rigidifolia Müll. Arg. 441.
Hevea Spruceana 441.
Hevea viridis Huber 441.
Hibiscus cannabinus L. 643.
Holarrhena microterantha K. Sch. 449.
Hopea aspera de Vriese 647.
Hopea Belangeran Korth. 227, 647.
Hopea diversifolia Miq. 227.
Hopea fagifolia Miq. 227.
Hopea lanceolata de Vriese 647.
Hopea macrophylla de Vriese 647.
Hopea Maranti Miq. 227.
Hopea micrantha Hook. 227.
Hopea Sangal Korth. 227.
Hopea selanica Roxb. 227, 321.
Hopea splendida Vriese 227, 317.
Hornea mauritiana Bak. 642.
Hotnima Teissonieri Chev. 442.
Humiria balsamifera Aubl. 222.
Humirium floribundum Mart. 222.
Hura crepitans L. 641.
Hydnocarpus alpina Wight 648.
Hydnocarpus Kurzii Warb. 647.
Hydnocarpus odorata stit. 647.
Hydnocarpus venenata Gärtn. 647.
Hydnocarpus Wightiana Blume 647.
Hymenaea-Arten 352.
Hymenaea Courbaril L. 93, 219, 353.
Hymenaea guyanensis Aubl. 219.
Hymenaea Martiana Hayne 219.
Hymenaea Olfersiana Hayne 219.
Hymenaea stilbocarpa Hayne 219, 353.
Hymenaea verrucosa Gärtn. 93, 219.
Hymenolophus Romburghii Boerl. 451.
Hyoscyamus niger L. 651.
Hyptis spicigera Lamk. 651.

Ichnocarpus xanthogalax Schltr. 452.
Icica Abilo 298.
Icica altissima Aubl. 221.
Icica Aracouchini Aubl. 221.
Icica Caranna Humb. et Bonpl. 221.
Icica Copal Schlechtend. 222, 353.
Icica guyanensis Aubl. 221.
Icica heptaphylla Aubl. 221, 353.
Icica Icicariba DC. 221, 299.
Icica viridiflora Lam. 222, 299.
Illipe butyracea Engl. 649, 671. 674.
Illipe latifolia Engl. 649, 671, 673.
Illipe Malabrorum Kön. 649, 671, 673.
Illipe pallida Engl. 449.
Impatiens racemosa DC. 643.
Indigofera angustifolia L. 579.
Indigofera Anil 579.
Indigofera Anil oligosperma Miq. 579.
Indigofera Anil polyphylla Hassk. 579.
Indigofera arcuata Willd. 579.
Indigofera caroliniana Walt. 579.
Indigofera cinerea Willd. 579.
Indigofera coerulea Roxb. 579.
Indigofera disperma L. 579.
Indigofera emarginata Poir. 579.
Indigofera endecaphylla Willd. 579.
Indigofera erecta Thunb. 579.
Indigofera glabra L. 579.
Indigofera hirsuta L. 579.
Indigofera indica Lam. 579.
Indigofera indica Mill. 579.
Indigofera leptostachya DC. 579.
Indigofera mexicana L. 579.
Indigofera pseudotinctoria R. Br 579.
Indigofera tinctoria 579.
Ipomoea bona nox L. 476.
Ipomoea Jalappa Nutt 231.
Ipomoea Purga Hayne 231.
Ipomoea Schiedeana Zucc. 231.
Irvingia Barteri Hook. f. 638, 674.
Irvingia gabonensis Baill. 638. 674.
Irvingia malayana Oliv. 638, 675.
Irvingia Oliveri Pierre 638, 675.
Isatis alpina All. 576.
Isatis lusitanica L. 576, 578.

Isatis tinctoria L. 576, 578, 601.
Isonandra Gutta Hook. 444, 491.
Isoptera borneensis Scheff. 647, 668.

Jasminum glabriusculum Bl. 610.
Jatropha Curcas L. 640, 701.
Jatropha elastica L. 441.
Jatropha glandulifera Roxb. 641.
Jatropha multifida L. 641.
Juglans nigra L. 632.
Juglans regia L. 632, 699.
Juniperus communis L. 217.

Kheya madagascarensis 95.
Kheya senegalensis Juss. 95.
Kickxia africana Benth. 456, 487.
Kickxia elastica Preuss. 451, 456, 487.
Klopstockia cerifera Karst. 702.
Klopstockia interrupta Karst. 702.
Klopstockia quindinensis Karst. 702.
Klopstockia utilis Karst. 702.
Kompitsia elastica Constant et Gallam. 453.

Lactuca 438.
Lactuca viminea Presl. 438.
Laëtia apetala Jacq. 228.
Laetia resinosa Löffl. 228.
Lallemantia iberica Fisch. et Mey. 651.
Landolphia arborescens Jum. et Pur. 447.
Landolphia Boivini Pierre 447.
Landolphia comorensis K. Sch. 447.
Landolphia crassipes Jum. et Perr. 447.
Landolphia Dawei Stapf 447.
Landolphia dondeensis Busse 446.
Landolphia Droogmansiana de Willd. 446.
Landolphia Dubardi Pierre 447.
Landolphia florida Benth. 447.
Landolphia Foreti Jum. 446.
Landolphia Gentilii de Willd. 446.
Landolphia Henriquesiana Hall. 446.
Landolphia Heudelotii DC. 446.
Landolphia hispidula Pierre 447.
Landolphia humilis K. Sch. 447.
Landolphia Kirkii Th. Dyer 446.
Landolphia Klainii Pierre 446.
Landolphia madagascariensis K. Sch. 446.
Landolphia Mandrianambo Pierre 447.
Landolphia owariensis Pal. Beauv. 446.
Landolphia Perrieri Jum. 446.
Landolphia Petersiana Dyer 447.
Landolphia Richardiana Pierre 447.
Landolphia sphaerocarpa Jum. 446.
Landolphia Stolzii Busse 447.
Landolphia tenuis Jum. 446.
Landolphia Thollonii Dew. 447.
Landolphia trichostigma var. oxyacra Jum. et Pers. 447.
Landolphia ugadensis Stapf 447.
Langsdorffia hypogaea Mart. 702, 727.
Larix decidua Müll. 217.
Larix europaea DC. 217, 257.
Laurus Camphora L. 567.
Laurus nobilis L. 634.
Lawsonia alba Lam. 648.
Lawsonia inermis L. 648.
Lecythis ollaria L. 648.
Lecythis Zabucayo Aubl. 648.
Lepidadenia Wightiana Nees 634.
Lepidium sativum L. 635.
Lepismium paradoxum Dyck. 701.
Leuconotis eugenifolius A. DC. 445.
Leuconotis gigantea Boerl. 446.
Leuconotis subavensis Boerl. 446.
Libothamnus neriifolius A. Ernst 231.
Licula elegans Bl. 419.
Licula nana Bl. 419.
Licula sp. 419.
Linum usitatissimum L. 638, 693.
Liquidambar Altingianum Blum. 218, 402.
Liquidambar imberbe Ait. 218.
Liquidambar orientale Mill. 218, 396, 398, 405.
Liquidambar styraciflua L. 218, 400, 408.
Liquidambar tricuspis Miq. 218, 402.
Litsea sebifera Bl. 634.
Lobelia Cautschouc Humb. 453.
Lonchocarpus cyanescens 580.
Lophira alata Banks. 644.
Loranthus senegalensis Mart. 86.
Lucuma mammosa Juss. 445.
Luffa acutangula Roxb. 652.
Luffa aegyptiaca Mill. 652.

Mabea Piriri Aubl. 442.
Macaranga Reineckii Pax 440.
Macaranga Roxburghii Wight. 617.
Macrolobium Vouapa Gmel. 219.
Madia sativa L. 653.
Mallotus Philippinensis Müll. 640.
Mammea americana L. 226.
Mangifera gabonensis 674.
Mangifera indica L. 96.
Mangifera pinnata Lin. fil. 96.
Manicaria saccifera Gärtn. 632.
Manihot dichotoma Ule 442.
Manihot Glaziovii Müll. Arg. 442, 457, 473.
Manihot heptaphylla Ule 442.
Manihot piauhyensis Ule 442.

Manihot Teissonieri Chev. 442.
Manihot violacea Müll. Arg. 442.
Marsdenia parviflora Decaisn. 576, 580.
Marsdenia tenacissima Wight et Arn. 453.
Marsdenia tinctoria R. Br. 576, 580.
Marsdenia verrucosa Den. 453.
Mascarenhasia sp. 451.
Mascarenhasia anceps Bois. 451.
Mascarenhasia elastica K. Sch. 451.
Mascarenhasia Geayi Cost. et Boiss. 452, 487.
Mascarenhasia Kidroa Cost. et Boiss. 452, 487.
Mascarenhasia lisianthiflora DC. 451.
Mascarenhasia longiflora Jum. 451, 485.
Mascarenhasia utilis Beck. 451.
Mauritia vinifera Mart. 632.
Maximiliana regia Mart. 472.
Medicago sativa L. 716.
Melanorrhoea usitata Wall. 225.
Melia Azadirachta L. 639.
Melia Azedarach L. 95, 639.
Melodinus orientalis Bl. 445.
Melodinus pulchrinervius Boerl. 445.
Mesua ferrea L. 645.
Mezoneuron Scortechinii F. v. Müll. 93.
Michelia Champaca L. 633.
Michelia rufinervis DC. 633.
Micrandra minor Benth. 441.
Micrandra siphonoides Benth. 441.
Micrechites napeensis Quint. 451, 479.
Milletia megasperma F. v. Müll. 615.
Mimosa arabica Lam. 226.
Mimosa Catechu L. fil. 90.
Mimosa scandens Roxb. 637.
Mimosa Senegal L. 91.
Mimusops Balata Gärtn. 445, 498.
Mimusops Djave Engl. 650, 671.
Mimusops Elengi L. 445, 650, 671.
Mimusops globosa Gärtn. 445.
Mimusops Henriquesii Engl. et Warb. 445.
Mimusops Kümmel Bruce 445.
Mimusops speciosa Blume 445.
Mimusops Schimperi Hochst. 445.
Mimusops Schweinfurthi Kummel 445.
Moquilia tomentosa Benth. 637.
Moringa oleifera Lam. 636.
Moringa pterygosperma Gärtn. 81, 82, 88, 148, 636.
Moronoboea coccifera Aubl. 226.
Musa paradisiaca L. 454.
Musa sapientum L. 454.
Musa sp. 702, 724.
Myrica aethiopica L. 702.
Myrica arguta Kunth. 702, 718.
Myrica brevifolia E. Mey et C. DC. 702.
Myrica Burmannii L. 702.
Myrica caracassana H. B. K. 702, 718.
Myrica carolinensis Mill. 702.
Myrica carolinensis Willd. 702, 717.
Myrica cerifera L. 702, 717, 718.
Myrica cerifera Mich. 702.
Myrica cordifolia L. 702, 718, 720.
Myrica Faya Act. 702.
Myrica Kraussiana Buching. 702.
Myrica laciniata Willd. 702, 718.
Myrica mexicana Willd. 702.
Myrica quercifolia L. 702, 718.
Myrica serrata Lam. 702, 718.
Myrica Xalapensis Kth. 702.
Myristica angolensis B. 634.
Myristica argentea Warb. 634.
Myristica aromatica Lam. 633.
Myristica fragrans Houtt. 633, 663.
Myristica gibbosa Hook. 617.
Myristica Kingii Hook. 617.
Myristica longifolia Don. 634.
Myristica malabarica Lam. 616.
Myristica moschata Thunb. 633.
Myristica Ocuba Humb. et Bonp. 702, 704, 726.
Myristica officinalis L. f. 633, 726.
Myristica officinalis Mart. 633, 726.
Myristica otoba H. et Bonp. 633, 664.
Myristica sebifera Sw. 726.
Myrospermum Pereirae Royle 220.
Myrothamnus flabelliformis Welw. 218.
Myroxylon balsamum (L.) Harms 385, 392.
Myroxylon balsamum var. Pereirae 385.
Myroxylon Pereirae Klotzsch 220.
Myroxylon peruiferum L. f. 385.
Myroxylon peruiferum Mutis 220, 384.
Myroxylon punctatum Klotzsch 220.

Narthex Asa foetida Falconer 230, 240.
Narthex seychellana Hook. f. 445.
Nauclea aculeata L. 610.
Nauclea Gambir Hunt. 3. 609, 612.
Nephelium lappaceum L. 642.
Nerium tinctorium hort. 580.
Nerium tinctorium Roxb. 580.
Nicotiana Tabacum L. 651.

Ochocoa Gaboni Pierre 634.
Odina fruticosa Hochst. 96.
Odina gummifera Bl. 96.
Odina Wodier Roxb. 62, 96.
Odyendea gabonensis Engl. 638.

Oenocarpus bacaba Mart. 632.
Oenocarpus Batava Mart. 631.
Olea europaea L. 650, 678.
Olea europaea β.sativa DC. 679.
Olea europaea hispanica 679.
Olea europaea pignola 679.
Olea Oleaster DC. 679.
Omphalea diandra L. 677.
Omphalea triandra L. 442.
Ongocea Claineana Pierre 650.
Onguecoa Gore Engl. 650.
Onopordon Acanthium L. 653.
Opoponax Chironium Koch 230.
Opuntia ficus indica Mill. 97.
Orbignya Martiana Barb. 472.
Orchis morio 431.
Oryza sativa L. 631.
Ourouparia Gambir Baill. 3, 609.

Pachylobus hexandra Griseb. 222.
Pacourea guyanensis Aubl. 447.
Palaquium bancanum Burck. 444.
Palaquium borneense Burck. 444, 491.
Palaquium calophyllum Pierre 444.
Palaquium Clarkeanum K. et G. 444.
Palaquium Gutta Burck. 444, 491.
Palaquium leiocarpum Boerl. 444.
Palaquium Mangayi K. et G. 444.
Palaquium montanum Schltr. 444.
Palaquium oblongifolium Burck 444, 491, 649, 671.
Palaquium obovatum K. et G. 444.
Palaquium oleosum Blanco 649, 671.
Palaquium Oxloyanum Pierre 444.
Palaquium pisang 649. 671.
Palaquium quercifolium Burck. 444.
Palaquium Suphianum Schltr. 444, 491.
Palaquium Sussu Engl. 649.
Palaquium Treubii Burck 444, 491.
Palaquium xantochnycum Pierre 444.
Palaquium sp. 650.
Panax Murrayi F. Muell. 98.
Pangium edule Reinw. 648.
Papaver somniferum 438, 540, 635, 696.
Papaver somniferum album DC. 696.
Papaver somniferum nigrum DC. 696.
Parameria glandulifera Benth. 450, 457, 479.
Parinarium Mobola Oliv. 636.
Parinarium senegalense Guill. et Perr. 636.
Parkia biglandulosa Br. 637.
Parkia sp. 93.
Parthenium argentatum A. Gray 453, 460.
Paulownia imperialis Sieb. et Zucc. 651, 695.
Paulownia tomentosum Baill. 651.
Payena bankensis Burck. 650.
Payena dasyphylla Pierre 444.
Payena Havilandi King et Gamble 444.
Payena lancifolia Burck. 650, 671.
Payena latifolia Burck. 650, 671.
Payena Leerii Benth. et Hook. 444, 491.
Payena macrophylla Benth. et Hook. 444.
Payena Maingayi Clarke 444.
Payena malaccensis Clarke 444.
Pedilanthus Pavonis Boiss. 703, 716.
Pedilanthus tithymaloides Poit. 224.
Penaea mucronata L. 97.
Penaea Sarcocollo L. 97.
Penthaclethra macrophylla Benth. 637.
Pentacme siamensis Krz. 650, 668.
Pentadesma butyraceum Don. 646.
Pekea guyanensis 644.
Pentopetia elastica Seem. 452.
Pereskia sp. 97.
Perilla ocimoides L. 651, 722.
Periploca nigrescens Afzel. 452.
Persea gratissima Gärtn. 635.
Persica vulgaris DC. 89.
Peucedanum foetidum Baill. 230.
Peucedanum galbanifluum Baill. 230.
Peucedanum Narthex Baill. 230.
Peucedanum rubricaule Baill. 230.
Phajus grandiflorus Lour. 577, 584.
Phajus grandifolius Lindl. 577.
Phthirusa theobromae Eichl. 440.
Pilophora testicularis Jaq. 632.
Picea excelsa Link. 216, 257, 259, 630.
Picea orientalis Link. 216.
Picramnia Camboita Engl. 638.
Picramnia Lindeniana Tul. 638.
Picramnia Tariri DC. 638.
Pinus australis Michaux 216, 257, 259.
Pinus australis Dum. Cours. 216.
Pinus austriaca Tratt. 216, 259.
Pinus Cembra 216, 257, 266, 630.
Pinus cubensis Grieseb. 216, 257.
Pinus densiflora Sieb. et Zucc. 217.
Pinus Fraseri Pursh. 216, 257, 266.
Pinus halepensis Mill. 216.
Pinus Hartwegii Lindl. 217.
Pinus Khasiana Griff. 216, 257.
Pinus Iztacihuatlii Roezl. 217.
Pinus Khasiana 259.
Pinus Khaysa Royle 216.
Pinus Laricio Poir. 216, 257.
Pinus Larix L. 217.
Pinus longifolia Roxb. 216, 257.
Pinus maritima Lamb. 216, 257, 259.

Pinus Merkusii Jungh. 217, 257, 259, 327.
Pinus nigra Arnold 216.
Pinus nigricans Host. 216.
Pinus orientalis Link. 216, 257.
Pinus palustris Mill. 216, 257.
Pinus Picea L. 216.
Pinus Picea Du Roi 216.
Pinus Pinaster Sol. 216.
Pinus resinosa Ait. 216, 257.
Pinus sibirica 269.
Pinus silvestris L. 216, 257, 630.
Pinus strobus 216, 257.
Pinus sumatrana Jungh. 217.
Pinus Taeda L.'216, 257.
Pinus Thunbergii Palat. 217.
Piptadenia Cebil Griseb. 92.
Pistacia cabulica Stocks. 225, 309.
Pistacia Khinjuk Stocks. 225, 309.
Pistacia lentiscus L. 225, 304, 612, 642.
Pistacia lentiscus var. chin. DC. 304.
Pistacia mutica Fisch. et Mey. 225.
Pistacia Terebinthus L. 225, 256.
Pistacia Terebinthus var. atlantica Desf. 225, 309.
Pistacia vera L. 642,
Pitcairnea chilensis Lodd. 88.
Pithecolobium dulce Benth. 637.
Pithecolobium gummiferum Mart. 92.
Pithecolobium hymenaeaefolia Benth. 92.
Platanus occidentalis Pococke 218.
Plectaneia elastica Jum. et Per. 450.
Plectaneia microphylla Jum. et. Per. 450.
Ploesslea floribunda Endl. 220.
Pluckenetia conophora Müll. Arg. 641.
Poga oleosa Pierre 648.
Polygala butyracea Heck. 640.
Polygala tinctoria 576, 580.
Polygonum tinctorium Ait. 576, 578, 590.
Pongamia glabra Vert. 638.
Pourretia coarctata Ruiz. et Pav. 88, 142.
Pourretia lanuginosa Ruiz. et Pav. 88, 142.
Prosopis cumanensis Humb. Bonp. et K. 93.
Prosopis dulcis Kunth 93.
Prosopis glandulosa Torrey 93.
Prosopis horrida Kunth. 93.
Prosopis inermis Humb. et Bonp. 93.
Prosopis juliflora DC. 63, 93, 126.
Prosopis mikrophylla Humb. et Bonpl. 93.
Prosopis pubescens Benth. 93.
Protium Aracouchini March. 221.
Protium Caranna L. 221, 301.
Protium guayanense L. 221.
Protium heptaphyllum L. 221.
Protium Icicariba March. 221.
Prunus Amygdalus Stokes 636, 684.
Prunus aspera Thunb. 20.
Prunus avium L. 89.
Prunus Brigantiaca Vill. 636.
Prunus Cerasus L. 89, 636.
Prunus domestica L. 83, 89, 636.
Prunus Laurocerasus L. 636.
Prunus persica Sieb. et Zucc. 89, 636.
Prunus puddum Roxb. 129.
Pseudotsuga mucronata Ludw. 216.
Psoralea corylifolia L. 637.
Pterocarpus Bussei Harms. 616, 620.
Pterocarpus Draco L. 220, 421, 617.
Pterocarpus erinaceus Poir. 615, 619.
Pterocarpus indicus Willd. 220, 421.
Pterocarpus Marsupium Roxb. 614, 618.
Pterocarpus santalinus Lin. fil. 220, 421.
Pterocarpus ternatus Poir. 220, 421.
Putranjiva Roxburghii Wall. 640.
Puya chilensis Mol. 88, 142.
Puya coarctata Fisch. 88, 142.
Puya lanata Schult. 88, 142.
Puya lanuginosa Schult. 88, 142.
Puya suberosa Mol. 88, 142.
Puya tuberculata Mart. 88, 142.
Pycnanthus Kombo Warb. 634.
Pycnanthus microcephala Benth. 634.
Pyrus communis L. 636.
Pyrus Malus L. 636.

Quassia gabonensis Pierre 638.
Quillaja smegmodermos DC. 89.

Raphanus Raphanistrum L. 635.
Raphanus sativus L. 635.
Raphia pedunculata P. B. 715.
Raphia Ruffia Mart. 701, 715.
Raphionacme utilis Brown et Stapf 452.
Reseda luteola DC. 635.
Retinodendron Rassak Korth. 228.
Rhizobolus amygdalifera Aubl. 645.
Rhizobolus butyrosa W. 645.
Rhizophora apiculata Bl. 608.
Rhus atra Forst. 225.
Rhus coriaria L. 612.
Rhus juglandifolia H. B. K. 703.
Rhus Metopium L. 96.
Rhus silvestris Sieb. et Zucc. 225, 364, 703, 721.
Rhus succedanea L. 703, 721, 724.
Rhus vernicifera DC. 225, 364, 703, 706, 721.
Rhus toxicodendron 706.

Rhus Vernix L. 225.
Ricinodendron africanum Müll. Arg. 641.
Ricinodendron Rautanenii Schinz 641.
Ricinus americana Mill. 640.
Ricinus communis L. 640, 685.
Ricinus inermis Jacq. 640.
Ricinus viridis Willd. 640.
Roccella tinctoria 341.
Rottlera tinctoria Roxb. 640.
Ruellia comosa Wall. 576, 581.

Saccharum violaceum Tus. 701.
Salvadora oleoides Dcne. 650.
Salvadora persica L. 650.
Sapindus Pappea Sond. 642.
Sapindus saponaria L. 642.
Sapindus trifoliatus L. 642.
Sapium biglandulosum Müll. Arg. 442.
Sapium decipiens Preuß. 442, 475.
Sapium eglandulosum Ule 442.
Sapium Jenmanni Hemsl. 443.
Sapium Marmieri Huber 443.
Sapium sebiferum Roxb. 624, 641, 666.
Sapium stylare Müll. Arg. 443, 475.
Sapium taburu Ule 442, 475.
Sapium Thomsonii God. Leb. 442, 475.
Sapium tolimense hort. 442, 475.
Sapium utile Preuß. 442, 475.
Sapium verum Hemsl. 442, 475.
Sapota Achras Mill. 445, 498.
Sapota mammosa Gärtn. 445.
Sapota Mülleri Lind. 445, 498.
Sarcostemma viminale R. Br. 231.
Saribus rotundifolius Blume 88.
Schinus molle L. 224.
Schleichera trijuga Willd. 225, 376, 643.
Scorodosma foetidum Bunge 230, 240.
Scyphocephalium chrysothrix Warb. 634.
Sebifera glutinosa Lour. 634.
Secamonopsis madagascariensis Jum. 453.
Sericographis Mohintli DC. Nees. 576, 581.
Sempervivum tectorum L. 701.
Sesamum indicum L. 652, 690.
Sesamum orientale L. 652, 690.
Sesamum radiatum Schum. et Thonn. 652.
Siphocampylos Cautschuk G. Don. 453.
Siphocampylos Jamesonianus DC. 453.
Siphocampylos tupaeformis Zahlbr. 453.
Shorea aptera Burck. 647, 668, 670.
Shorea ghysbertiana Burck. 647.
Shorea eximia Scheff. 227.
Shorea hypochra Hanc. 647.
Shorea Martiana Scheff. 227, 318.
Shorea Pivanga Scheff. 647.
Shorea robusta Roth. 227, 327.
Shorea robusta Roxb. 227.
Shorea Roxburghii G. Don. 227.
Shorea scaberrima Burck. 647.
Shorea selanica Blume 227, 321.
Shorea stenoptera Burck. 227, 318, 647, 668.
Shorea Tambugana Roxb. 227.
Shorea Wiesneri Schiffn. 227, 323.
Sideroxylon attenuatum DC. 445.
Sideroxylon cyrtobotryum Mart. 445.
Simaruba excelsa DC. 95.
Sinapis alba L. 635, 688.
Sinapis juncea L. 688.
Sinapis nigra L. 688.
Sindora sumatrana Miq. 220.
Siphonia Cahuchu Willd. 441.
Siphonia elastica Pers. 441.
Siphonia guyanensis Juss. 441.
Soja hispida Mönch. 638, 689.
Sonchus 438.
Sonchus oleraceus L. 438.
Sophora tinctoria L. 576, 580.
Spermolepis gummifera Brogn. et Gris. 186, 229.
Spilanthes tinctorius Lour 581.
Spondias Cytherea Sonner. 95.
Spondias dulcis Fors. 95.
Spondias lutea 95.
Spondias Wirtgenii Miq. 95.
Stagmaria verniciflua Jack. 229.
Stalagmites ovalifolius G. Don, 226, 233.
Staudtia Kamerunensis Warb. 634.
Stearodendron Engl. 646.
Sterculia acuminata Beauv. 644.
Sterculia appendiculata K. Schn. 644.
Sterculia foetida L. 644.
Sterculia tomentosa Heckel (Guill. Perrott. et Rich.) 96.
Sterculia Tragacantha Lindl. 96, 141.
Sterculia triphacea R. Br. 644.
Sterculia urens Roxb. 96.
Stillingia sebifera Willd. 624, 641. 666.
Strobilanthes flaccidifolius Nees. 576, 581.
Strophanthus hispidus DC. 651.
Strutanthus syringifolius Mart. 440, 478.
Styrax benzoides Craib. 230, 409.
Styrax Benzoin Dryand. 230, 408.
Styrax camporum Pohl 231.
Styrax crotonoides L. B. Clarke 230, 409.
Styrax officinalis L. 230, 402.
Styrax Parcei Park., var. bolivianus 230.
Styrax subdenticulata Miq. 408.
Swietenia senegalensis Desc. 95.

Symphonia fasciculata Baill. 647.
Symphonia globulifera L. 647.

Tabernaemontana amygdalifolia Jacq. 450, 491.
Tabernaemontana angolensis Stapf 450.
Tabernaemontana crassa Benth. 450.
Tabernaemontana Donnell Smithii Rosc. 450, 491.
Tabernaemontana grandiflora Jacq. 450, 491.
Tabernaemontana Holstii K. Sch. 450, 492.
Tabernaemontana (aff.) laeta Mart. 450, 491.
Tabernaemontana macrophylla Poir. 231.
Tabernaemontana squammosa Smith. 446.
Tabernaemontana stenosiphon Stapf 450.
Tabernaemontana Thursioni Baker 450.
Tacazzea apiculata Oliv. 452.
Tacazzea Brazzaeana Baill. 452.
Tamarindus indica L. 637.
Telfairia occidentalis Hook. f. 652.
Telfaira pedata Hook. f. 652.
Terminalia angustifolia Jacq. 229.
Terminalia bellerica Roxb. 649.
Terminalia Benzoin L. fil. 229.
Terminalia Catappa L. 649.
Terminalia chebula Retz 649.
Terminalia mauritiana L. 229.
Terminalia punctata DC. 649.
Terminalia vernix Lam. 229.
Tetragastris balsamifera O. Kuntze 223.
Tetranthera citrata Nees. 634.
Tetranthera glabraria Nees. 634.
Tetranthera laurifolia Jacq. 634.
Tetranthera Roxburghii 634.
Thapsia garganica L. 230.
Thea drupifera Pierre 645.
Thea japonica Nois. 645.
Thea Sassanqua Nois. 645.
Theobroma Cacao L. 644, 662.
Theodora sp. 93.
Thespesia populnea Corr. 644.
Thevetia nereifolia Juss. 650.
Tilia americana L. 643.
Tilia ulmifolia Scop. 643.
Toluifera Balsamum L. 220.
Toluifera Pereirae Baill. 220.
Thuya articulata Vahl 217.
Torreya californica Torr. 630.
Torreya nucifera Sieb. et Zucc. 630.
Trachylobium Hornemannianum Hayne 219, 334, 338.
Trachylobium Martianum Hayne 219.
Trachylobium mossambicense Klotzsch 12, 219, 334, 335, 338.
Trachylobium verrucosum Oliv. 219, 335, 338.
Trichilia emetica Vahl 639.
Trichosanthes kadam Miq. 653.
Trixis neriifolia Bonp. 231.
Trophis anthropophagarum Seem. 438.
Tumion californicum Greene 630.

Uncaria Gambir Roxb. 609.
Ungnadia speciosa Endl. 643.
Urceola acute-acuminata Boerl. 451.
Urceola brachysepala Hook. f. 451.
Urceola elastica Roxb. 451, 465.
Urceola esculenta Benth. 451, 465.
Urceola javanica Boerl. 451.
Urceola Maingayi f. 451.
Urostigma rubescens Miq. 218, 377.

Vahea gummifera Poiret 446.
Vahea madagascariensis Boj. 446.
Vateria indica L. 227, 348, 647, 667.
Vateria malabarica Blume 348.
Vatica laccifera Wight et Arn. 227.
Vatica moluccana 228.
Vatica Rassak Blume 228.
Vatica sublacunosa Miq. 227.
Vaughinia 447.
Verbesina Lavenia L. 581.
Vernonia anthelmyntica W. 653.
Virola Bicuhyba Warb. 633, 664.
Virola guatemalensis Warb. 633.
Virola Micheli Aubl. 633.
Virola sebifera Aubl. 624, 633, 665.
Virola surinamensis Warb. 633, 665.
Virola venezuelensis Aubl. 633.
Vismia cayennensis Pers. 226, 233.
Vismia guyanensis Pers. 226, 233.
Vismia sessiliflora Pers. 226, 233.
Vitellaria paradoxa Gärtn. 445.
Vitis vinifera L. 643.
Vohemaria Messeri Buch. 703.
Vouapa Avovaou Aubl. 219.
Vouapa bifolia Aubl. 219.
Vouapa phaselocarpa Mart. 219. 353.

Willoughbya apiculata Miq. 448.
Willoughbya coriacea Wall. 448.
Willoughbya edulis Roxb. 448.
Willoughbya flavescens Dyer. 448.
Willoughbya guyanensis Raemsch 447.
Willoughbya martabanica Wall. 448.

Willoughbya scandens Willd. 447.
Willoughbya tenuiflora Dyer 448.
Wrightia antidysenterica 576, 581.
Wrightia tinctoria R. Br. 576.
Wrightia zeylanica R. Br. 651.

Xanthophyllum lanceolatum Boerl. 640.
Xanthorrhoea arborea R. Br. 218, 426, 427.
Xanthorrhoea australis R. Br. 218, 426, 427.
Xanthorrhoea bracteata 426.
Xanthorrhoea gracilis 426.
Xanthorrhoea hastilis Sm. 218, 426.
Xanthorrhoea macronema F. Muell. 218, 426.
Xanthorrhoea minor 426.
Xanthorrhoea Preissii Endl. 218, 427.
Xanthorrhoea Pumilio 426.
Xanthorrhoea quadrangulata F. Muell. 218, 426, 427.
Xanthorrhoea resinosa Pers. 218.
Xanthorrhoea semiplana 426.
Xanthorrhoea Tateana F. Muell. 218, 427.
Ximenia americana L. 633.
Xylinabaria Reynaudi Jum. 451, 479.

Zea Mais L. 630.
Zizyphus Jujuba Lam. 226, 377.
Zschokkea Foxii Stapf 446.

Berichtigung störender Druckfehler.

S. 288	9. Zeile v. u.	lies	Tupissprache	statt	Tapisprache,
» 445	4. » » »	»	eugenifolius	»	eugenifolias,
» 601	5. » » »	»	trunculus	»	trecuculus,
» 616	18. » » »	»	Erythrina	»	Erychthrina,
» 636	7. u. 8. Z. v. u.	»	Icaco	»	Icoca,
» 648	20. Zeile v. u.	»	Zabucayo	»	Zabujaco,
» 704	18. » » »	»	Curcas	»	Cureas.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.